II 11578/V.29637

Normarea tehnică pentru prelucrări prin așchiere

C. Picoș
Gh. Coman
N. Dobre
O. Pruteanu
C. Rusu
Șt. Rusu
Șt. Trufinescu

2

Prof. dr. ing. **Constantin Picoș**, prof. dr. ing. **Gheorghe Coman**
ing. **Nicolae Dobre**, conf. dr. ing. **Octavian Pruteanu**
conf. dr. ing. **Costache Rusu**, conf. dr. ing. **Ștefan Rusu**, **Ștefan Trufinescu**

Normarea tehnică pentru prelucrări prin așchiere 2

BIBLIOTECĂ

Editura tehnică
București - 1982

Lucrarea „Normarea tehnică pentru prelucrări prin așchiere" este publicată în două volume. În volumul 1, apărut în anul 1979, au fost cuprinse capitolele :

1. Structura proceselor de producție din întreprinderile constructoare de mașini ; 2. Normele de muncă ; 3. Procedeele de măsurare și determinare a timpului de muncă și a timpului de folosire a utilajului în industria constructoare de mașini ; 4. Calculul eficienței economice a normării muncii ; 5. Normarea lucrărilor de strunjire pe strunguri normale, carusel și revolver ; 6. Normarea lucrărilor de rabotare și mortezare ; 7. Normarea lucrărilor de filetare ; 8. Normarea lucrărilor de frezare.

Volumul 2 al lucrării prezintă calculul normei tehnice la următoarele prelucrări : găurirea, lărgirea, alezarea, adîncirea și lamarea găurilor ; prelucrarea danturii roților dințate ; prelucrarea prin broșare ; prelucrarea pe mașini de rectificat rotund exterior, interior, pe mașini de rectificat plan, pe mașini de rectificat fără centre ; prelucrarea prin rectificare a roților dințate și a canelurilor ; prelucrarea de netezire prin honuire, prin supranetezire, prin lepuire și prin rodare manuală și semimecanizată ; prelucrarea mecanică cu mai multe scule simultan.

Pentru toate prelucrările tratate sînt prezentate exemple de calcul care constituie o modalitate eficientă de introducere în metodica de lucru.

Lucrarea este adresată muncitorilor de înaltă calificare, maiștrilor, subinginerilor tehnologi și economiștilor din întreprinderile constructoare de mașini. Este de asemenea foarte utilă și studenților de la facultățile de tehnologia construcțiilor de mașini și de mecanică.

Redactor : ing. **VASILE BUZATU**
Tehnoredactor : **VALERIU MORĂRESCU**
Coperta : **SIMONA NICULESCU**

Bun de tipar : 10.05.1982. Format 16/70×100.
Coli de tipar 13. C. Z. 621.91.658.54

C. 315 — I. P. „INFORMAȚIA"
Str. Brezoianu Nr. 23—25
București

CUPRINS

CAPITOLUL **9**

Normarea lucrărilor de găurire

9.1. Generalități 7
9.2. Găurirea și lărgirea cu burghiul 7
9.2.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere 7
9.2.2. Determinarea timpului de bază . 8
9.3. Lărgirea găurilor 19
9.3.1. Determinarea timpului de bază . 19
9.4. Alezarea găurilor 22
9.4.1. Determinarea timpului de bază . 22
9.5. Adîncirea frontală și conică a găurilor și lamarea 28
9.6. Determinarea timpului ajutător 29
9.7. Determniarea timpului de deservire și de odihnă 32
9.8. Exemplu de calcul a normei tehnice de timp la găurire 36

CAPITOLUL **10**

Normarea tehnică la prelucrarea danturii roților dințate

10.1. Introducere 39
10.2. Norma tehnică de timp la prelucrarea danturii roților dințate . . 45
10.2.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere 45
10.2.2. Determinarea timpului de bază . 45
10.2.3. Elemente ale regimului de așchiere 48
10.2.4. Determinarea timpilor ajutători 55
10.2.5. Determinarea timpilor de deservire și de odihnă și necesități fiziologice 65
10.3. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp la prelucrarea danturii roților dințate 65

CAPITOLUL **11**

Normarea lucrărilor de broșare

11.1. Introducere 68
11.2. Norma tehnică de timp la prelucrarea prin broșare 70
11.2.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere 70
11.2.2. Determinarea timpului de bază . 71
11.2.3. Elemente ale regimului de așchiere 71
11.2.4. Determinarea timpilor ajutători . 73
11.2.5. Determinarea timpului de deservire 77
11.2.6. Determinarea timpului de odihnă și necesități fiziologice 77
11.3. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp la broșare 78

CAPITOLUL **12**

Normarea lucrărilor de rectificare

12.1. Introducere 81
12.1.1. Rectificarea rotundă exterioară . . 81
12.1.2. Rectificarea rotundă interioară . 83
12.1.3. Rectificarea plană 84
12.2. Norma tehnică de timp la prelucrarea pe mașini de rectificat rotund exterior 85
12.2.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere 85
12.2.2. Determinarea timpului de bază . 85
12.2.3. Elemente ale regimului de așchiere 86
12.2.4. Determinarea timpilor ajutători . 91
12.2.5. Determniarea timpilor de deservire 95
12.2.6. Determinarea timpului de odihnă și necesități fiziologice 95
12.2.7. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp la rectificarea rotundă exterioară 95
12.3. Norma tehnică de timp la prelucrarea pe mașini de rectificat interior 98
12.3.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere 98
12.3.2. Determinarea timpului de bază . 98
12.3.3. Elemente ale regimului de așchiere 98
12.3.4. Determinarea timpilor ajutători 100
12.3.5. Determinarea timpilor de deservire 101
12.3.6. Determinarea timpilor pentru odihnă și necesități fiziologice . . . 101
12.3.7. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp la rectificarea rotundă interioară 101
12.4. Norma tehnică la timp la prelucrarea pe mașini de rectificat plan 107
12.4.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere 107
12.4.2. Determinarea timpului de bază . 107
12.4.3. Elemente ale regimului de așchiere 107
12.4.4. Determinarea timpilor ajutători 115
12.4.5. Determinarea timpilor de deservire 116
12.4.6. Determinarea timpului de odihnă și necesități fiziologice 116
12.4.7. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp la rectificarea plană 116

12.5. Norma tehnică de timp la prelucrarea pe mașini de rectificat fără centre 120
12.5.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere 120
12.5.2. Determinarea timpului de bază . . 121
12.5.3. Elemente ale regimului de așchiere 121
12.5.4. Determinarea timpilor ajutători 124
12.5.5. Determinarea timpilor de deservire 125
12.5.6. Determinarea timpului de odihnă și necesități fiziologice 125
12.5.7. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp la rectificarea fără centre 125

CAPITOLUL **13**

Normarea tehnică la prelucrările de rectificat roți dințate și caneluri

13.1. Introducere 128
13.2. Determinarea normei tehnice de timp 132
13.2.1. Determinarea timpului de bază . 132
13.2.2. Determinarea timpilor ajutători . 140
13.2.3. Determinarea timpilor de deservire 145
13.2.4. Determinarea timpilor de odihnă și necesități fiziologice 146
13.2.5. Determinarea timpilor de pregătire-încheiere 147
13.3. Exemple de calcul al normei tehnice de timp la rectificarea danturii roților dințate și canelurilor 149

CAPITOLUL **14**

Normarea tehnică la prelucrările de netezire

14.1. Introducere 155
14.2. Honuirea 156
14.2.1. Principii și noțiuni de bază . . . 156
14.2.2. Determinarea normei tehnice de timp 158
14.2.3. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp la honuire 164
14.3. Supranetezirea 165
14.3.1. Principii și noțiuni de bază. . . . 165
14.3.2. Determinarea normei tehnice de timp 166
14.4. Lepuirea 168
14.4.1. Principii și noțiuni de bază . . . 168
14.4.2. Determinarea normei tehnice de timp 169
14.4.3. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp la lepuire 172
14.5. Rodarea manuală și semimecanizată 173
14.6. Șlefuirea și lustruirea 175
14.6.1. Principii și noțiuni de bază . . . 175
14.6.2. Determinarea normei tehnice de timp 176
14.6.3. Exemple de calcul al normei tehnice de timp la șlefuire și lustruire 184

CAPITOLUL **15**

Normarea tehnică la prelucrarea prin așchiere cu mai multe scule simultan

15.1. Introducere 188
15.2. Determinarea normei tehnice de timp 193
15.2.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere 194
15.2.2. Determinarea timpului de bază 194
15.2.3. Elemente ale regimului de așchiere 197
15.2.4. Determinarea timpului ajutător 198
15.3. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp la prelucrarea cu mai multe scule simultan 206

Bibliografie 208

Capitolul 9

NORMAREA LUCRĂRILOR DE GĂURIRE

9.1. Generalități

Prelucrarea găurilor se execută prin următoarele procedee de lucru:
— găurirea prin burghiere;
— lărgirea prin burghiere;
— lărgirea cu lărgitorul;
— alezarea;
— adîncirea cilindrică și conică;
— lamarea.

9.2. Găurirea și lărgirea cu burghiul

Găurirea și lărgirea cu burghiul se folosesc ca operații prealabile, în cazul cînd sînt urmate de alezare, sau ca operații finale, cînd condițiile tehnice de execuție prevăd o precizie redusă, în cadrul treptelor de precizie 9—12 și o rugozitate de suprafață pînă la $R_a = 12{,}5$ μm.

Burghiele utilizate pentru operația de găurire și lărgire sînt din oțel rapid, pentru prelucrarea oțelurilor, sau sînt prevăzute cu plăcuțe din carburi metalice, pentru prelucrarea fontei și pieselor din oțel călit.

Parametrii principali ai geometriei părții așchietoare a burghiului elicoidal sînt menționați în lucrări de specialitate și normative.

Determinarea normei tehnice pe bucată și operație se obține folosindu-se relația de calcul menționată în capitolele anterioare:

$$N_{tb} = T_{pi}/n + (t_b + t_a) + t_{dt} + t_{do} + t_{on}. \qquad (1)$$

9.2.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere T_{pi}

Timpul de pregătire-încheiere la mașinile de găurit este același pentru toate procedeele de prelucrare. Timpul de pregătire-încheiere poate fi pentru operații curente sau pentru operații suplimentare.

Valoarea timpului de pregătire-încheiere la mașinile de găurit, în cazul operațiilor curente, depinde de modul de prindere și fixare a piesei, pe masa mașinii sau în dispozitiv, de mărimea piesei, de diametrul găurilor, de numărul sculelor de lucru și de modul de primire și predare a comenzii.

În tabelul 9.1 sînt trecute valorile timpilor de pregătire-încheiere la operațiile diferitelor procedee ce se execută pe mașinile de găurit.

Tabelul 9.1. **Timp pentru pregătire-încheiere $T_{pî}$ la mașinile de găurit**

A. Pentru operații curente

Modul de prindere a piesei			Numărul burghielor necesare la o operație	Diametrul maxim al găurii D, mm			
				⩽ 15	16—25	26—35	> 35
				Timpul $T_{pî}$, min			
Pe masă		Fără fixare	⩽ 5	2,00	3,00	3,00	4,00
			6—10	—	4,00	4,00	6,00
			▷ 10	—	—	6,00	7,00
		Cu fixare	⩽ 5	3,00	4,00	4,00	5,00
			6—10	—	5,00	6,00	6,00
			▷ 10	—	—	7,00	8,00
În dispozitiv având masa, kg	⩽ 25	Fără fixarea dispozitivului	⩽ 5	4,00	4,00	5,00	6,00
			6—10	—	6,00	6,00	7,00
			▷ 10	—	—	8,00	8,00
		Cu fixarea dispozitivului	⩽ 5	6,00	6,00	7,00	8,00
			6—10	—	8,00	8,00	9,00
			▷ 10	—	—	10,00	11,00
	> 25	Fără fixarea dispozitivului	⩽ 5	—	7,00	8,00	8,00
			6—10	—	8,00	9,00	10,00
			▷ 10	—	—	11,00	11,00
		Cu fixarea dispozitivului	⩽ 5	—	9,00	10,00	11,00
			6—10	—	11,00	11,0	12,00
			▷ 10	—	—	13,00	13,00
Alături de masă, pe un suport, sau suspendat			⩽ 5	—	11,00	12,00	15,00
			6—10	—	12,00	12,00	16,00
			▷ 10	—	—	14,00	17,00
Primirea și predarea documentelor comenzii			⩽ 5	—	—	—	4,00
			▷ 5	—	—	—	6,00

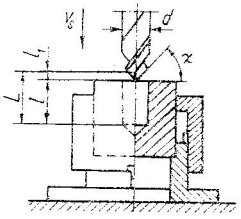
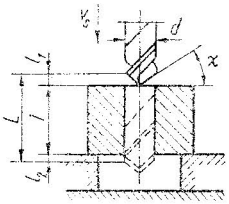
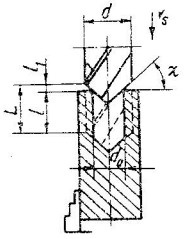
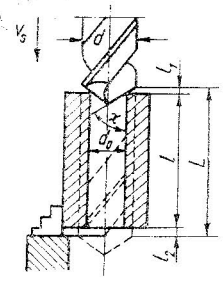
B. Pentru operații suplimentare

Modul de prindere a piesei	Diametrul maxim al găurii D, mm			
	⩽ 15	16—25	26—35	> 35
	Timpul $T_{pî}$, min			
Așezarea unei mese suplimentare	2,80			
Rotirea mesei	2,10			
Montarea unui opritor	1,00		1,40	
Montarea fiecărui șurub cu bridă suplimentară	0,50			

9.2.2. Determinarea timpului de bază t_b

Timpul de bază, în cazul burghierii în plin sau al lărgirii prin burghiere, se determină pe baza unor relații de calcul prevăzute în tabelul 9.2, relații în care parametrii de bază sînt cursa de lucru a burghiului și viteza de avans.

Tabelul 9.2. **Determinarea timpului de bază t_b la burghiere**

<table>
<tr><td colspan="2">Găurire în plin</td><td colspan="2">Găurire de lărgire</td></tr>
<tr><td>Găuri cu fund</td><td>Găuri pătrunse</td><td>Lărgirea găurilor cu fund sau prag</td><td>Lărgirea găurilor pătrunse</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="4">$t_b = L/v_s = (l + l_1 + l_2)i/v_s$ [min]</td></tr>
<tr><td colspan="2">La burghie cu ascuțire simplă
$l_1 = d/2\ \mathrm{ctg}\varkappa + (0{,}5 \ldots 3)$ mm</td><td colspan="2">$l_1 = (d - d_0)\ \mathrm{ctg}\varkappa/2 + (0{,}5 \ldots 3)$ mm</td></tr>
<tr><td colspan="2">La burghie cu ascuțire dublă
$l_1 = d/2\ \mathrm{ctg}\varkappa + (1 \ldots 6)$ mm</td><td rowspan="2">$l_2 = 0$</td><td rowspan="2">$l_2 = (1 \ldots 4)$ mm</td></tr>
<tr><td>$l_2 = 0$</td><td>$l_2 = (0{,}5 \ldots 4)$ mm</td></tr>
</table>

Lungimea cursei de lucru este formată din lungimea axială a găurii de prelucrat l, distanța de pătrundere l_1 și distanța de depășire l_2 la orificiile străpunse.

Expresiile de calcul pentru distanțele de pătrundere și de depășire precum și valorile acestora, obținute în cazuri determinate, sînt cuprinse în tabelul 9.3.

Valorile avansurilor pentru găurire în plin, cu burghiu din oțel rapid sau cu plăcuțe dure sînt cuprinse în tabelele 9.4 și 9.5.

La prelucrarea găurilor cu diametre sub 1 mm, pentru găurirea în plin a găurilor străpunse pînă la o adîncime de 2,5 D sau a orificiilor nestrăpunse pînă la o adîncime de 4 D, la oțel și fontă, avansurile sînt date în tabelul 9. .

La lărgirea cu burghiul din oțel rapid sau cu plăcuțe dure, pentru oțel și fontă, valorile avansurilor recomandate sînt date în tabelul 9.7 și 9.8.

Viteza de așchiere v_p se calculează cu următoarele relații:

— pentru burghiere: $$v_p = \frac{C_v \cdot D^{q_v}}{T^m \cdot s^{y_v}} K_{vp} \quad [\mathrm{m/min}]; \tag{9.2}$$

— pentru lărgire: $$v_p = \frac{C_v \cdot D^{z_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} K_{vp} \quad [\mathrm{m/min}]. \tag{9.3}$$

Valorile coeficienților C_v și ale exponenților din relațiile (9.2) și (9.3) sînt date în tabelul 9.9, pentru burghie din oțel rapid, și în tabelul 9.10, pentru burghie cu plăcuțe dure.

Tabelul 9.3. **Distanțe de pătrundere și depășire**

Diametrul burghiului d, mm	Găurire în plin: Unghiul la vîrf 2χ 90°	120°	125°	130°	140°	Distanța de depășire la găuri pătrunse l_2, mm	Adîncimea de așchiere	Găurire de lărgire: Unghiul la vîrf 2χ 90°	120°	125°	130°	140°	Distanța de depășire la găuri pătrunse l_2, mm
	Distanța de pătrundere l_1, mm $l_1 = d\,\mathrm{ctg}\chi/2 = t\cdot\mathrm{ctg}\chi$ [mm]							$l_1 = (d - d_0)\ \mathrm{ctg}\chi$ [mm]					
	0,500 d	0,289 d	0,260 d	0,233 d	0,182 d			1,0 t	0,578 t	0,520 t	0,466 t	0,364 t	
1	0,5	0,29	0,26	0,23	0,18	0,5	1	1	0,58	0,52	0,47	0,36	1
2	1,0	0,58	0,52	0,47	0,36	0,5	2	2	1,15	1,04	0,93	0,73	1
3	1,5	0,87	0,78	0,70	0,55	0,5	3	3	1,73	1,56	1,40	1,09	1
4	2,0	1,15	1,04	0,93	0,73	1,0	4	4	2,31	2,08	1,86	1,46	1
5	2,5	1,45	1,30	1,16	0,91	1,0	5	5	2,90	2,60	2,33	1,82	2
6	3,0	1,74	1,56	1,40	1,09	1,0	6	6	3,48	3,12	2,80	2,58	2
8	4,0	2,31	2,08	1,86	1,45	1,0	8	8	4,62	4,16	3,73	3,92	2
10	5,0	2,89	2,60	2,30	1,82	1,5	10	10	5,80	5,20	4,66	3,64	2
12	6,0	3,46	3,12	2,78	2,18	1,5	12	12	6,94	6,25	5,60	4,36	2
14	7,0	4,05	3,64	3,26	2,55	1,5	14	14	8,10	7,28	6,52	5,10	3
16	8,0	4,62	4,16	3,74	2,91	1,5	16	16	9,25	8,30	7,45	5,84	3
18	9,0	5,20	4,68	4,18	3,28	1,5	18	18	10,40	9,35	8,40	6,56	3
20	10,0	5,78	5,20	4,70	3,64	2,0	20	20	11,50	10,40	9,34	7,28	3
22	11,0	6,35	5,72	5,13	4,00	2,0	25	25	14,50	13,00	11,60	9,10	3
24	12,0	6,95	6,25	5,58	4,38	2,0	30	30	17,30	15,6	14,00	10,90	4
26	13,0	7,50	6,75	6,05	4,74	2,0	35	35	20,20	18,20	16,30	12,70	4
28	14,0	8,10	7,28	6,52	5,10	2,0	40	40	23,00	20,80	18,60	14,60	4
30	15,0	8,66	7,80	7,00	5,46	2,5							
32	16,0	9,25	8,32	7,45	5,89	2,5							
34	17,0	9,82	8,84	7,92	6,18	2,5							
36	18,0	10,40	9,35	8,38	6,55	2,5							
38	19,0	11,00	9,86	8,85	6,92	2,5							
40	20,0	11,50	10,40	9,30	7,26	3,0							
45	22,5	13,00	11,70	10,50	8,20	3,0							
50	25,0	14,50	13,00	11,65	9,10	3,0							
55	27,5	15,90	14,30	12,80	10,00	3,0							
60	30,0	17,40	15,60	14,00	10,90	3,0							
65	32,5	18,70	16,90	15,20	11,80	3,0							
70	35,0	20,20	18,20	16,30	12,70	4,0							
75	37,5	21,70	19,50	17,50	13,60	4,0							
80	40,0	23,10	20,80	18,70	14,50	4,0							
85	42,5	24,00	22,10	19,80	15,50	4,0							
90	45,0	26,00	23,40	21,00	16,40	4,0							
95	47,5	27,40	24,70	22,20	17,30	4,0							
100	50,0	28,90	26,00	23,30	18,20	4,0							

Observații. **1.** La găurirea în plin, la valoarea l_1 se adaugă (0,5...3) mm cînd burghiul este cu ascuțire simplă și (1...6) mm cînd burghiul este cu ascuțire dublă. **2.** La găurirea de lărgire, la valoarea l_1 se adaugă (0,5...3) mm pentru a se asigura accesul liber burghiului la suprafața de prelucrat.

Tabelul 9.1. **Avansuri pentru găurirea în plin a oțelurilor și fontelor cu burghie din oțel rapid**

Burghiu din oțel rapid, cu d, mm	Avansuri — Găurire în plin — Oțeluri — Grupa de avansuri I	II	III	Fonte — Grupa de avansuri I	II	III
	Avansul s, mm/rot					
2	0,03—0,04	0,03—0,04	0,02—0,03	0,06—0,07	0,06—0,07	0,04—0,06
3	0,05—0,06	0,04—0,05	0,03—0,04	0,09—0,11	0,07—0,09	0,06—0,07
4	0,06—0,07	0,05—0,06	0,04—0,05	0,11—0,13	0,09—0,11	0,07—0,09
5	0,08—0,09	0,06—0,07	0,05—0,06	0,15—0,17	0,11—0,13	0,09—0,11
6	0,09—0,01	0,07—0,09	0,06—0,07	0,17—0,20	0,13—0,17	0,11—0,13
7	0,10—0,12	0,08—0,10	0,06—0,08	0,18—0,22	0,15—0,18	0,11—0,15
8	0,12—0,14	0,09—0,12	0,07—0,09	0,22—0,26	0,17—0,22	0,13—0,17
9	0,14—0,16	0,11—0,14	0,08—0,11	0,26—0,30	0,20—0,26	0,15—0,20
10	0,16—0,19	0,13—0,16	0,10—0,13	0,30—0,35	0,24—0,30	0,18—0,24
11—15	0,20—0,25	0,16—0,20	0,11—0,16	0,37—0,46	0,30—0,37	0,17—0,30
16—20	0,24—0,29	0,18—0,23	0,13—0,18	0,44—0,54	0,33—0,43	0,20—0,38
21—25	0,26—0,32	0,21—0,26	0,15—0,21	0,48—0,60	0,39—0,48	0,28—0,39
26—30	0,29—0,35	0,23—0,30	0,16—0,24	0,54—0,67	0,43—0,56	0,30—0,44
31—35	0,33—0,40	0,25—0,32	0,18—0,26	0,61—0,64	0,46—0,59	0,33—0,48
36—40	0,35—0,43	0,28—0,35	0,20—0,28	0,65—0,80	0,52—0,65	0,37—0,52
41—45	0,38—0,46	0,30—0,38	0,22—0,30	0,70—0,83	0,56—0,70	0,41—0,56
46—50	0,40—0,49	0,32—0,40	0,23—0,32	0,74—0,90	0,59—0,74	0,43—0,59
50	0,43—0,52	0,34—0,40	0,25—0,34	0,80—0,96	0,63—0,74	0,46—0,63

Coeficienți de corecție ai avansului $K_S = K_{s1} \cdot K_{s2} \cdot K_{s3} \cdot K_{s4}$

Materialul de prelucrat

Oțeluri σ_r, daN/mm²					Fonte HB, daN/mm²		
⩽ 50	51—70	71—80	81—110	>110	170	171—190	>190
K_{s1}							
1,15	1,00	0,90	0,85	0,80	1,14	1,00	0,78

Lungimea burghiului

3d	4d	5d	6d	7d	8d	10d
K_{s2}						
1,00	0,90		0,80		0,75	

Unghiul dintre axa burghiului și suprafața de prelucrat

30°	45°	60°	90°
K_{s3}			
0,70	0,80	0,90	1,00

Grosimea peretelui de găurit

K_{s4} (se aplică la găurirea țevilor)	
⩽ 3 mm	> 3 mm
0,80	1,00

Observații. Grupa *I*. Găurire în piese rigide. Grupa *II*. Găurire în piese rigide, clasa 7-a de precizie, fără prelucrări ulterioare. Grupa *III*. Găurire în piese nerigide, cu precizie ridicată, pentru alezare sau filetare.

Tabelul 9.5. **Avansuri pentru găurirea în plin cu scule din carburi metalice**

Diametrul burghiului *d*, mm, până la :	Oțeluri călite cu duritate HRC			Fonte			
				HB 200		*HB* 200	
				Grupe de avansuri			
	35...45	45...56	57...60	*I*	*II*	*I*	*II*
	Avansul *s*, mm/rot						
6	0,040	0,025	0,020	0,16—0,24	0,12—0,16	0,12—0,16	0,10—0,14
8	0,045	0,030	0,025	0,24—0,28	0,16—0,20	0,16—0,20	0,13—0,16
10	0,050	0,035	0,030	0,28—0,36	0,20—0,24	0,20—0,24	0,16—0,20
13	0,060	0,042	0,037	0,32—0,40	0,24—0,28	0,24—0,28	0,16—0,20
16	0,070	0,055	0,045	0,40—0,48	0,28—0,32	0,28—0,32	0,20—0,24
20	0,085	0,065	0,050	0,44—0,52	0,32—0,36	0,32—0,36	0,24—0,28
25	0,100	0,075	0,060	0,48—0,56	0,36—0,40	0,36—0,40	0,28—0,32
30	0,120	0,090	0,070	0,56—0,64	0,40—0,48	0,40—0,48	0,32—0,36

Coeficient de corecție K_{LS} în funcție de lungimea găurii

Lungimea alezajului *L*	3*D*	5*D*	7*D*
K_{LS}	1,00	0,90	0,80

Observații. Grupa *I*. Piese rigide, până la clasa I-a de precizie, iar găurirea este urmată de prelucrarea cu mai multe scule. Grupa *II*. Piese nerigide, iar găurirea este urmată de prelucrarea cu o singură sculă.

Tabelul 9.6. **Viteze și avansuri de așchiere pentru găurirea în plin a oțelurilor și fontelor, cu burghie din oțel rapid cu $\varnothing \leqslant 1$ mm**

Fără răcire									Cu răcire								
Diametrul burghiului *d*, mm																	
0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
Viteza de așchiere *v*, m/min																	
5,7	8,5	11,3	14,1	17	19,8	22,6	25,4	28,2	7,5	11,3	15	18,8	22,6	26,3	30	34	37,6
Avansul *s*, mm/rot																	
0,001			0,0015			0,0020			0,002				0,004		0,007		0,01

Tabelul 9.7. **Avansuri pentru găurirea de lărgire a oțelurilor și a fontelor, cu burghie din oțel rapid**

Burghiu din oțel rapid cu diametrul d, mm	Diametrul inițial al găurii	Găurire de lărgire						Coeficienți de corecție $K_s = K_{s1} \cdot K_{s2} \cdot K_{s3} \cdot K_{s4}$						
		Oțeluri			Fonte			Oțeluri, σ_r, daN/mm²				Fonte HB, daN/mm²		
		Grupa de avansuri												
		I	*II*	*III*	*I*	*II*	*III*							
		Avansul s (mm/rot)												
20	6	0,31—0,43	0,23—0,32	0,15—0,23	0,57—0,68	0,43—0,59	0,28—0,43	≤50	51—70	71—80	81—110	>110	171—200	>200
	10	0,35—0,45	0,25—0,35	0,15—0,25	0,65—0,83	0,46—0,65	0,28—0,46							
								K_{s1}						
21—25	10	0,36—0,45	0,26—0,35	0,17—0,26	0,67—0,83	0,48—0,65	0,31—0,48							
	15	0,41—0,52	0,29—0,40	0,17—0,29	0,76—0,96	0,54—0,74	0,31—0,54	1,15	1,00	0,90	0,85	0,80	1,00	0,78
	10	0,41—0,56	0,27—0,41	0,20—0,27	0,76—1,00	0,50—0,76	0,37—0,50							
26—30	15	0,47—0,60	0,35—0,47	0,22—0,35	0,87—1,10	0,65—0,87	0,41—0,65							
	20	0,50—0,63	0,36—0,50	0,22—0,36	0,93—1,20	0,67—0,93	0,41—0,67	Lungimea burghiului						
								≤3d	4d	5d	6d	7d	8d	10d
	15	0,53—0,69	0,38—0,53	0,23—0,38	0,98—1,27	0,70—0,98	0,43—0,70							
31—35	20	0,57—0,72	0,40—0,56	0,25—0,40	1,10—1,28	0,74—1,00	0,46—0,74							
	25	0,58—0,73	0,41—0,57	0,26—0,41	1,07—1,35	0,76—1,10	0,46—0,76	K_{s2}						
								1,00	0,90		0,80		0,75	
	15	0,59—0,75	0,43—0,59	0,27—0,43	1,09—1,39	0,80—1,10	0,50—0,80	Unghiul dintre axa sculei și suprafața de prelucrat						
36—40	20	0,61—0,77	0,44—0,60	0,27—0,44	1,13—1,42	0,81—1,12	0,50—0,81							
	30	0,61—0,77	0,44—0,61	0,27—0,44	1,13—1,42	0,81—1,13	0,50—0,81	30°	45°		60°		90°	
	15	0,62—0,80	0,45—0,62	0,28—0,45	1,15—1,48	0,83—1,11	0,52—0,83							
41—45	20	0,64—0,81	0,46—0,64	0,29—0,46	1,18—1,50	0,85—1,18	0,54—0,85	K_{s3}						
	30	0,64—0,81	0,46—0,64	0,29—0,46	1,18—1,50	0,85—1,18	0,54—0,85	0,70	0,80		0,90		1,00	
	20	0,65—0,84	0,47—0,65	0,29—0,47	1,20—1,55	0,87—1,20	0,54—0,87							
46—50	30	0,66—0,85	0,48—0,67	0,29—0,48	1,22—1,57	0,89—1,24	0,54—0,89	Grosimea peretelui țevii de găurit						
	40	0,67—0,85	0,48—0,67	0,29—0,48	1,24—1,59	0,89—1,24	0,54—0,89							
								≤ 3 mm			3 mm			
	30	0,68—0,88	0,49—0,68	0,30—0,49	1,26—1,63	0,91—1,26	0,56—0,91	K_{s4} (se aplică la găurirea țevilor)						
50	40	0,70—0,90	0,50—0,70	0,32—0,50	1,30—1,67	0,93—1,30	0,59—0,93							
	50	0,70—0,90	0,51—0,71	0,32—0,51	1,30—1,67	0,94—1,31	0,59—0,99	0,80			1,00			

Observații. Grupa *I.* Sistem rigid de lucru pînă la clasa a 7-a de precizie, cu prelucrări ulterioare cu mai multe scule. Grupa *II.* Sistem insuficient de rigid pînă la clasa a 7-a de preczie, piese cu pereți subțiri și forme complicate, prelucrare ulterioară cu mai multe scule. Grupa *III.* Lărgirea precisă pentru prelucrarea cu lărgitor sau alezor.

Tabelul 9.8. **Avansuri pentru găurirea de lărgire a fontelor și a oțelurilor, cu scule din carburi metalice**

Material de prelucrat		Fontă		Oțel	
Diametrul final D, mm	Diametrul inițial D_0, mm	Grupa de avansuri			
		I	*II*	*I*	*II*
		Avansul s, mm/rot			
25	10	0,5—0,7	0,3—0,4	0,4—0,6	0,3—0,4
	15	0,6—0,8	0,3—0,5	0,5—0,8	0,3—0,4
30	10	0,5—0,8	0,3—0,4	0,4—0,6	0,3—0,4
	15	0,6—0,9	0,3—0,4	0,4—0,6	0,3—0,4
	20	0,6—1,0	0,4—0,5	0,5—0,8	0,4—0,45
40	15	0,5—0,9	0,3—0,4	—	—
	20	0,6—1,0	0,4—0,5	0,5—0,7	0,3—0,7
	30	0,7—1,1	0,5—0,6	0,5—0,8	0,4—0,5
50	20	0,6—1,0	0,4—0,5	—	—
	30	0,8—1,1	0,5—0,6	0,6—0,8	0,3—0,4
	40	0,8—1,1	0,5—0,6	0,8—1,0	0,4—0,5

Coeficienți de corecție ai avansului $K_S = K_\chi \cdot K_g$ pentru găurire de lărgire, sculă din carburi metalice

Unghiul χ sau χ_1 în grade				Grosimea peretelui, mm	
30°	45°	60°	90°	$\leqslant 3$	> 3
Coeficientul K_χ				Coeficientul K_g	
0,7	0,8	0,9	1,0	0,80	1,0

Observații. Grupa *I*. Sistem rigid, precizie clasa a 7-a, prelucrare ulterioară cu mai multe scule. Grupa *II*. Sistem rigid, prelucrare ulterioară cu o singură sculă.

Tabelul 9.9. **Valorile coeficientului C_v și ale exponenților z_v, m, x_v, y_v, pentru burghie din oțel rapid**

Materialul prelucrat	Avansul s, mm/rot	Găurire				Lărgire cu burghiul				
		C_v	z_v	m	y_v	C_v	z_v	m	x_v	y_v
Burghie cu ascuțire simplă										
OL, $\sigma_r = 75$ daN/mm²	$\leqslant 0,2$	5,0	0,4	0,2	0,7	11,6	0,4	0,2	0,2	0,5
	$> 0,2$	7,0	0,4	0,2	0,5					
Oțel aliat cu Ni, Cr $\sigma_r = 75$ daN/mm²	$\leqslant 0,2$	3,7	0,4	0,2	0,7	8,5	0,4	0,2	0,5	
	$> 0,2$	5,2	0,4	0,2	0,5					
Oțel refractar 10TNC180	—	2,1	0,61	0,45	0,99	3,5	0,51	0,32	0,05	0,6
Fontă cenușie, $HB = 190$	$\leqslant 0,3$	10,5	0,25	0,125	0,55	16,6	0,25	0,125	0,1	0,4
	$> 0,3$	12,2	0,25	0,125	0,4					
Bronz, $HB = 100 \ldots 140$	$\leqslant 0,3$	23,4	0,25	0,125	0,55	37,2	0,25	0,125	0,1	0,4
	$> 0,3$	27,2	0,25	0,125	0,4					
Burghie cu ascuțire dublă										
Oțel carbon și aliat, $\sigma_r = 75$daN/mm²	$\leqslant 0,2$	8,9	0,4	0,2	0,7	20,7	0,4	0,2	0,2	0,5
	$> 0,2$	12,4	0,4	0,2	0,5					
Fontă cenușie, $HB = 90$	$\leqslant 0,3$	17,6	0,25	0,125	0,55	28,0	0,25	0,125	0,1	0,4
	$> 0,3$	20,5	0,25	0,125	0,4					
Fontă maleabilă, $HB = 150$	$\leqslant 0,3$	26,2	0,25	0,125	0,55	41,6	0,25	0,125	0,1	0,4
	$> 0,3$	30,3	0,25	0,125	0,4					

Tabelul 9.10. **Valorile coeficientului C_v și ale exponenților z_v, m, x_v, y_v, pentru burghie cu plăcuțe din carburi metalice**

Materialul prelucrat	Găurire				Lărgire cu brughiul				
	C_v	z_v	m	y_v	C_v	z_v	m	x_v	y_v
Oțel de construcție sau turnat cu $\sigma_r = 75$ daN/mm², cu răcire	—	—	—	—	10,8	0,6	0,25	0,2	0,3
Fontă cenușie, fără răcire, $HB = 190$	43,6	0,5	0,4	0,5	56,9	0,5	0,40	0,15	0,45
Fontă maleabilă, fără răcire, $HB = 190$	59,3	0,5	0,4	0,5	77,4	0,5	0,40	0,15	0,45

Valorile durabilităților economice la găurirea în plin cu burghie din oțel rapid, la prelucrarea oțelurilor și fontelor, sînt trecute în tabelul 9.11, iar cele pentru găurirea în plin a fontelor cu burghie cu plăcuțe dure sînt cuprinse în tabelul 9.12.

Tabelul 9.11. **Durabilitatea economică T_{ec} la găurirea în plin a oțelurilor și fontelor cu burghie din oțel rapid**

Materialul de prelucrat	Diametrul burghiului D, mm							
	⩽5	6—10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70
	Durabilitatea economică T_{ec}, mm							
Oțeluri	10	16	31	51	71	91	111	131
Fonte	15	24	45	75	106	135	165	195

Tabelul 9.12. **Durabilitatea economică T_{ec} la găurirea în plin a fontelor și a oțelurilor cu burghie cu plăcuțe din carburi metalice**

Diametrul burghiului d (mm)	10—20	21—30	31—40
Durabilitatea economică T_{ec} (min)	25	42	60

Coeficientul de corecție K_{vp} este produsul unor coeficienți ce țin seama de factorii ce influențează procesul de burghiere și se calculează astfel:

— pentru burghie din oțel rapid: $K_{vp} = K_{Mv} \cdot K_{Tv} \cdot K_{lv} \cdot K_{sv}$; (9.4)

— pentru burghie cu plăcuțe dure: $K_{vp} = K_{Mv} \cdot K_{Tv} \cdot K_{lv} \cdot K_{sv} \cdot K_{rv}$. (9.5)

Valorile coeficienților comuni utilizării burghielor din oțel rapid sau cu plăcuțe dure sînt cuprinse în tabelul 9.13, iar valorile coeficientului K_{rv}, care ține seama de răcire, sînt trecute în tabelul 9.14.

În cazul burghielor cu diametrul pînă la 1 mm, vitezele de așchiere recomandate, pentru condițiile de așchiere cu răcire și fără răcire, sînt date în tabelul 9.15.

Durabilitățile economice la găurirea în plin a oțelurilor și fontelor, cu burghie din oțel rapid, pentru găuri cu diametrul pînă la 1 mm, sînt date în tabelul 9.16.

Tabelul 9.13. **Valorile coeficientului K_{Mv}, K_{Tv}, K_{Lv}, K_{sv} pentru burghie din oțel rapid**

Materialul de prelucrat	Oțel pentru automate	Oțel carbon cu $\sigma_r = 75$ daN/mm²		Oțel carbon cu $\sigma_r = 75$ daN/mm² oțel aliat		Fontă			
						Cenușie		Malcabil	
1) K_{Mv}	$\left(\frac{75}{\sigma_r}\right)^{1,05}$	$\left(\frac{75}{\sigma_r}\right)^{-0,9}$		$\left(\frac{75}{\sigma_r}\right)^{0,9}$		$\left(\frac{190}{HB}\right)^{1,3}$		$\left(\frac{150}{HB}\right)^{1,3}$	
2) Raportul durabilităților reală și recomandată T_r/T		0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	12,0
K_{Tv}	Oțel	1,32	1,14	1,0	0,87	0,76	0,7	0,66	0,61
	Fontă	1,20	1,09	1,0	0,91	0,84	0,79	0,76	0,73
3) Lungimea găurii funcție de diametru		$3d$	$4d$	$5d$	$6d$	$8d$	$10d$		
K_{Lv}		1,0	0,85	0,75	0,70	0,60	0,50		

4) Starea oțelului	Tras la rece	Laminat la cald	Normalizat	Recopt	Îmbunătățit (ameliorat)
K_{sv}	1,1	1,0	0,95	0,90	0,80

Tabelul 9.14. **Valorile coeficientului K_{rv} pentru prelucrarea fontei**

Felul prelucrării	Burghiere	Lărgire
Fără răcire	1,0	1,0
Cu răcire	1,2—1,3	1,1—1,15

Tabelul 9.15. **Valorile vitezelor de așchiere, în m/min, pentru burghie cu $D < 1$ mm**

Diametrul D, mm	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Condiții de așchiere	Viteze de așchiere în m/min								
Fără răcire	5,7	8,5	11,3	14,1	17,0	19,8	22,6	25,4	28,2
Cu răcire	7,5	11,3	15,0	18,8	22,6	26,4	30,0	34,0	37,6

Tabelul 9.16. **Durabilitatea economică T pentru burghie cu diametrul $D \leqslant 1$ mm**

Diametrul d_s, mm	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
T, min	0,5		1,0		2,0		3,0		

Vitezele de așchiere la burghierea oțelurilor călite cu duritatea $HRC = 35 \ldots 65$, cu burghie cu plăcuțe dure, se calculează cu relația

$$v_p = \frac{C_v \cdot D^{0,2}}{s^{0,5}} K_T, \tag{9.6}$$

în care coeficienții C_v și K_T au valorile cuprinse în tabelul 9.17.

Tabelul 9.17. **Valorile coeficienților K_T și C_v**

Durabilitatea T, min									Durabilitatea oțelului, HRC			
	15	18	21	24	30	36	40	45		31–45	46–56	57–65
K_T	1,19	1,13	1,09	1,06	1,00	0,96	0,93	0,90	C_v	7,9	4,2	2,7

Valorile vitezelor de așchiere la burghierea aluminiului și a aliajelor acestuia, în funcție de diametrul găurii și de avans, la prelucrarea cu burghie elicoidale din oțel rapid, sînt cuprinse în tabelul 9.18.

Tabelul 9.18. **Viteze recomandate pentru găurirea aluminiului și aliajelor de aluminiu, cu burghie elicoidale din oțel rapid**

Avansul s mm/rot	Diametrul burghiului, mm						
	5	8	10	15	20	26	30
0,06	150	—	—	—	—	—	—
0,08	133	—	—	—	—	—	—
0,10	116	—	—	—	—	—	—
0,12	102	114	—	—	—	—	—
0,15	87	98	105		—	—	—
0,18	77	85	96	98	—	—	—
0,20	71	80	89	94	95	100	104
0,25	—	72	80	87	88	94	98
0,30	—	66	73	80	85	90	94
0,40	—	57	63	69	74	78	81
0,50	—	—	57	62	67	70	74
0,60	—	—	—	56	60	63	66
0,80	—	—	—	—	50	52	57
1,00	—	—	—	—	—	—	46

Viteza de așchiere a aluminiului se corectează cu coeficienții K_{M_v} (tabelul 9.19), K_{l_v} (tabelul 9.20), K_{s_v} (tabelul 9.21), K_{T_v} (tabelul 9.22), care depind de materialul piesei, de lungimea găurii, de materialul sculei și de durabilitatea acesteia.

Durabilitățile recomandate la burghiele din oțel rapid la prelucrarea aluminiului și aliajelor lui, în funcție de diametrul burghiului, sînt date în tabelul 9.23.

Tabelul 9.19. **Valorile coeficientului K_{Mv}**

Silumin și aliaje turnate cu $HB = 65$ Duraluminiu cu $HB = 100$, călite	Silumin și aliaje turnate $\sigma_r = 10...20$ daN/mm² Duraluminiu, $\sigma = 30-40$ daN/mm² Aluminiu, $\sigma_r = 17-28$ daN/mm²	Duraluminiu, $\sigma_r = 20-30$ daN/mm² Aluminiu, $\sigma_r = 7-16$ daN/mm² Aliaje de magneziu
1,0	1,25	1,50

Tabelul 9.20. **Valorile coeficientului K_{lv}**

Adîncimea de burghiere funcție de diametru	3D	4D	5D	6D	8D	10D
K_{lv}	1,0	0,85	0,75	0,70	0,60	0,50

Tabelul 9.21 **Valorile coeficientului K_{Sv}**

Materialul sculei	Rp3; Rp4	90C 180	OSC10 ; OSC12
K_{Sv}	1,0	0,6	0,5

Tabelul 9.22. **Valorile coeficientului K_{Tv}**

Raportul durabilităților reală și recomandată, T_r/T	0,2	0,3	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0	5,0	8,0
K_{Tv}	1,38	1,27	1,15	1,06	1,0	0,92	0,87	0,8	0,72	0,66

Tabelul 9.23. **Durabilitatea recomandată a burghielor din oțel rapid la prelucrarea aluminiului și a aliajelor lui**

Diametrul burghiului, mm	5	6—14	15—19	20—24	25—29	30—34	35—39	40—44	45—50
T	12	18	24	30	36	42	55	80	95

La prelucrarea maselor plastice prin burghiere, vitezele de așchiere recomandate, în funcție de diametrul burghiului și de avans, sînt trecute în tabelele 9.24, 9.25, 9.26.

Tabelul 9.24. **Viteze de așchiere la găurirea textolitului cu scule din oțel rapid, m/min**

Diametrul D, mm	Avansul s, mm/rot						
	0,06	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5
4	60,5	55,3	51,3	48,6	—	—	—
6	66,0	60,0	55,8	52,9	49,8	—	—
10	77,0	70,2	65,2	61,7	58,3	54,5	—
15	88,0	73,1	68,0	64,3	60,0	58,8	54,7
20	—	76,0	70,7	67,0	62,3	59,1	57,0

Tabelul 9.25. **Viteza de aşchiere la găurirea pertinaxului cu scule din oţel rapid, m/min**

Diametrul D, min	Avansul s mm/rot		
	0,06	0,13	0,30
4	39,5	32,0	—
6	41,3	34,4	29,9
10	48,1	40,2	34,9
20	—	39,8	33,9
25	—	36,2	31,3

Tabelul 9.26. **Vitezele de aşchiere recomandate la găurirea diferitelor materiale nemetalice, m/min**

Materialul de prelucrat		Scule din oţel rapid	Scule cu plăcuţe dure	Materialul de prelucrat	Scule din oţel rapid	Scule cu plăcuţe dure
Cauciuc dur		15—30	—	Sticlă organică	15—30	—
Materiale sintetice	Dure	—	10—20	Materiale presate	10—15	—
	Moi	20—35	—	Marmură, roci	—	6,0
Celuloid		40	—	Grafit	6,0	—

9.3. Lărgirea găurilor

Lărgirea găurilor cu lărgitorul este mai productivă decît cu alte scule deoarece lărgitorul este prevăzut cu trei sau patru dinţi aşchietori.

Pentru prelucrarea oţelului necălit şi a aliajelor neferoase se folosesc lărgitoare din oţel rapid.

La prelucrarea oţelului călit se folosesc lărgitoare cu plăcute P_{10}, iar pentru prelucrarea fontei, lărgitoare cu plăcuţe K_{40}.

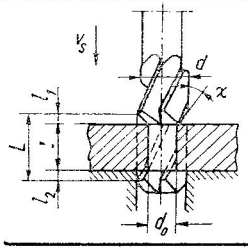
9.3.1. Determinarea timpului de bază t_b

Timpul de bază la lărgirea găurilor cu lărgitorul se determină folosindu-se relaţiile de calcul prevăzute în tabelul 9.27, care au ca elemente de bază lungimea cursei de lucru, avansul şi viteza de aşchiere.

Lungimea cursei de lucru este suma lungimii găurii l, a distanţei de pătrundere l_1 şi a distanţei l_2 de depăşire a orificiilor străpunse.

Determinarea lungimilor l_1 şi l_2 se efectuează conform indicaţiilor corespunzătoare din tabelul 9.27.

Tabelul 9.27. **Determinarea timpului de bază la lărgire cu lărgitor**

	$t_b = (l + l_1 + l_2) / (n\,s)$ [min]; $t_b = (l + l_1 + l_2) / v$ [min]
	$l_1 = (d - d_0)\,\mathrm{ctg}\,\varkappa/2 + (0{,}3 \ldots 2)$ [mm]
	$l_1 = (1 \ldots 4)$ [mm]

Valorile avansurilor în cazul lărgirii cu lărgitorul depind de materialul de prelucrat, de materialul sculei de lucru, de adîncimea de lucru și de caracteristicile procesului tehnologic și sînt prezentate în tabelele 9.28 și 9.29.

Tabelul 9.28. **Avansuri pentru lărgirea cu lărgitoare din oțel rapid a oțelurilor și fontelor**

Lărgitor din oțel rapid cu d, mm, pînă la	t, mm pînă la:	Lărgire cu lărgitorul					
		Oțel			Fontă		
		Grupa de avansuri					
		I	*II*	*III*	*I*	*II*	*III*
		Avans s, mm/rot					
15	0,55	0,45	0,35	0,25	0,75	0,55	0,35
20		0,50	0,40	0,30	0,80	0,60	0,40
25		0,55	0,45	0,35	0,85	0,65	0,45
30	0,80	0,60	0,50	0,40	0,90	0,70	0,50
35		0,65	0,55	0,45	0,95	0,75	0,55
40	1,05	0,75	0,60	0,50	1,05	0,80	0,60
45		0,85	0,65	0,55	1,15	0,85	0,65
50	1,30	0,95	0,70	0,60	1,25	0,90	0,70
60	1,35	1,05	0,80	0,65	1,35	1,00	0,75
70		1,15	0,90	0,70	1,45	1,10	0,80
80		1,25	1,00	0,75	1,55	1,20	0,85

Observații. Grupa *I*. Piese rigide, lărgirea ca operație finală, la alezaje fără toleranțe sau ca operație ce precede finisarea sau filetarea ($R_z = 160 \ldots 180$ μm). Grupa *II*. Piese rigide, lărgire pentru prelucrarea ulterioară sau filetare ($R_z = 40$ μm); piese nerigide pentru lărgirea finală a alezajelor ($R_z = 80$ μm). Grupa *III*. Piese rigide-lărgire la cota finală ($R_z = 20$ μm; $R_a = 2{,}5$ μm) piese nerigide, lărgirea finală ($R_z = 40$ μm) și pentru piese ce se finisează prin alezare.

Tabelul 9.29. **Avansuri pentru lărgirea găurilor în oțeluri și fonte cu lărgitoare din carburi metalice**

Diametrul burghiului d, mm	Lărgire cu lărgitor din carburi metalice					
	Oțeluri		Fonte, duritatea:			
			$HB \leqslant 200$		$HB > 200$	
	Grupa de avansuri					
	I	*II*	*I*	*II*	*I*	*II*
	Avansul s, mm/rot					
15	0,40—0,50	0,30—0,35	0,60—0,70	0,45—0,50	0,40—0,55	0,30—0,35
20	0,50—0,60	0,35—0,40	0,70—0,90	0,50—0,60	0,50—0,65	0,40—0,45
25	0,60—0,70	0,40—0,50	0,85—1,00	0,65—0,70	0,60—0,65	0,45—0,50
30	0,65—0,80	0,50—0,60	0,90—1,10	0,65—0,75	0,65—0,70	0,50—0,60
35	0,70—0,90	0,55—0,60	1,00—1,20	0,75—0,90	0,70—0,80	0,55—0,65
40	0,70—1,00	0,60—0,65	1,15—1,40	0,85—0,90	0,80—1,00	0,60—0,65
50	0,90—1,10	0,65—0,70	1,30—1,60	0,90—1,10	1,00—1,15	0,70—0,80
60	0,95—1,10	0,75—0,80	1,45—1,75	1,00—1,20	1,10—1,20	0,70—0,90
80	1,00—1,20	0,80—0,90	1,60—1,90	1,15—1,30	1,15—1,40	0,80—1,00

Observații. Grupa *I*. Lărgirea alezajelor pentru prelucrarea cu mai multe scule și pentru tarodare. Grupa *II*. Lărgirea alezajelor pentru prelucrarea cu o singură sculă în vederea ridicării preciziei și a calității suprafeței prelucrate.

Viteza de aşchiere v_p la prelucrarea găurilor cu lărgitoare din oţel rapid se calculează cu relaţia

$$v_p = \frac{C_v \cdot D^{z_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \text{ [m/min]}. \qquad (9.7)$$

Valorile coeficienţilor şi exponenţilor relaţiei vitezei de aşchiere sînt date în tabelul 9.30.

Tabelul 9.30. **Valorile coeficientului C_v şi ale exponenţilor m, z_v, y_v, x_v, pentru calculul vitezelor de lărgire, cu lărgitoare din oţel rapid**

Materialul prelucrat	Felul lărgitorului	C_v	m	z_v	y_v	x_v
Oţel carbon, $\sigma_r = 75$ daN/mm²	Cu coadă Cu alezaj	16,3 14,6	0,3	0,3	0,5	0,2
Fontă cenuşie, $HB = 190$	Cu coadă Cu alezaj	18,8 16,9	0,125	0,2	0,4	0,1
Fontă maleabilă, $HB = 150$	Cu coadă Cu alezaj	27,9 25,1	0,125	0,2	0,4	0,1
Bronz, $HB = 1000...140$	Cu coadă Cu alezaj	41,8 37,5	0,125	0,2	0,4	0,1

În cazul prelucrării găurilor cu lărgitorul prevăzut cu plăcuţe din carburi metalice, viteza de aşchiere, în funcţie de condiţiile de lucru, se calculează cu relaţiile cuprinse în tabelul 9.31.

Tabelul 9.31. **Calculul vitezelor la lărgirea cu lărgitoare cu plăcuţe din carburi metalice**

Materialul de prelucrat	Materialul plăcuţei	Condiţii de aşchiere	Viteza v_p, m/min
Oţel necălit Oţel crom Oţel Cr—Ni	P_{10}	Răcire cu emulsie	$875\ D^{0,6} / T^{0,25} \cdot s^{0,3} \cdot t^{0,2} \cdot \sigma_r^{0,9}$
Oţel călit de construcţie cu $\sigma_r = 160-180$ daN/mm²	P_{10}	Răcire cu emulsie	$10\ D^{0,6} / T^{0,45} \cdot s^{0,6} \cdot t^{0,3}$
Fontă cenuşie şi maleabilă	K_{40}	Fără răcire	$96500\ D^{0,4} / T^{0,4} \cdot s^{0,45} \cdot t^{0,15} \cdot HB^{1,3}$

Durabilităţile economice ale lărgitoarelor din oţel rapid, la prelucrarea oţelurilor şi fontelor, sînt cuprinse în tabelul 9.32, iar ale lărgitoarelor cu plăcuţe dure — în tabelul 9.33.

Tabelul 9.32. **Durabilitatea economică T_{ec} la lărgirea în oțeluri și fonte, cu lărgitoare din oțel rapid**

Materialul prelucrat	Diametrul nominal d, mm							
	⩽ 10	10—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	70
	Durabilitatea economică T_{ec}, min							
Oțeluri	15	22	37	52	68	82	103	115
Fonte	20	30	50	70	90	100	130	150

Tabelul 9.33. **Durabilitatea economică T_{ec} la lărgirea găurilor cu lărgitoare din carburi metalice**

Materialul prelucrat	Diametrul nominal d, mm					
	⩽ 20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—80
	Durabilitatea economică T_{ec}, min					
Oțel	25	42	58	75	92	116
Fontă	25	42	58	75	92	186

9.4. Alezarea găurilor

Alezarea găurilor se folosește la prelucrarea fină a găurilor precise (treapta de precizie 5...8, rugozitatea suprafeței $R_a = 0{,}4$ ...3,2 μm).

Alegerea alezorului și a regimului de așchiere se efectuează ținînd seama de condițiile de lucru. Alezoarele pot fi executate din oțel rapid sau pot fi prevăzute cu plăcuțe din carburi metalice.

9.4.1. Determinarea timpului de bază t_b

Determinarea timpului de bază la alezarea cilindrică și conică pentru alezaje pătrunse sau înfundate, se obține utilizînd relațiile de calcul din tabelul 9.34, în care ca elemente de bază sînt lungimea cursei de lucru, viteza și avansul de așchiere.

Lungimea cursei de lucru, prin elementele ei componente, se determină cunoscîndu-se lungimea găurii l, distanța de pătrundere l_1 și distanța de depășire l_2, care se calculează cu relațiile din tabelul 9.34, sau se folosesc datele valorice conținute în tabelul 9.35.

Valorile avansurilor recomandate în cazul alezării cilindrice sînt date în tabelul 9.36, pentru alezoare din oțel rapid și în tabelul 9.37, pentru alezoare prevăzute cu plăcuțe din carburi metalice.

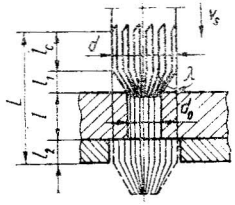
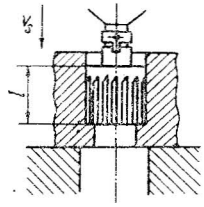
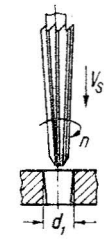
În cazul alezării conice cu alezoare din oțel rapid, avansurile recomandate sînt trecute în tabelul 9.38.

La alezarea aluminiului și aliajelor acestuia, avansurile admisibile sînt date în tabelul 9.39.

Viteza de așchiere v_p se determină, în cazul alezării de degroșare cu alezoare din oțel rapid, cu relația

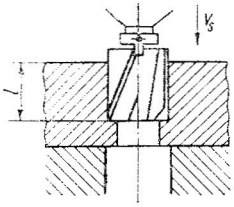
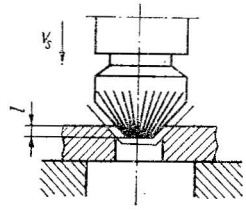
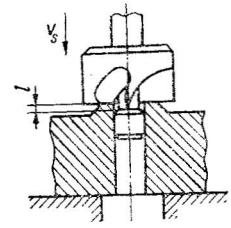
$$v_p = \frac{C_v \cdot D^{z_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \text{ [m/min].} \qquad (9.8)$$

Tabelul 9.34. **Determinarea timpului de bază la alezare, adîncire, lamare**

Alezare cilindrică		Alezare conică
Alezaj pătruns	Alezaj înfundat sau cu prag	
		

$$t_b = (l + l_1 + l_2)/ns \text{ [mm]} = (l + l_1 + l_2)/v \text{ [mm]}$$

l = lungimea găurii, mm	$l = (d - d_2)/(2\text{tg}\varkappa)$ [mm]
$l_1 = (d - d_0)/2 \text{ ctg} \cdot \varkappa + (0{,}5 \ldots 2)$ mm	$l_1 = 0 + (0{,}5 \ldots 2)$ mm
$l_2 = (0{,}2 \ldots 0{,}5)\, l_c$	$l_2 = 0$

Adîncire frontală	Adîncire conică	Lamare cu adîncitor
		

$$t_b = (l + l_1 + l_2)/(ns) = (l + l_1 + l_2)/(ns) \text{ [mm]}$$

l = lungimea găurii, mm	$l = h$[mm]

$$l_1 = 0 + (0{,}5 \ldots 2) \text{ mm}$$

$$l_2 = 0$$

Tabel **9.35. Distanțe de pătrundere și depășire la adîncire și la alezare**

Adîncimea de așchiere $t = (d - d_0)/2$, mm pînă la:	Unghiul principal de atac								Diametrul sculei d, mm	La prelucrarea	
	10	30	45	50	60	70	80	84		cu adîncitorul	cu alezorul
	Distanța de pătrundere, l_1 mm									Distanța de depășire, l_2, mm	
0,05	0,28	0,09	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	4	1,0	
0,10	0,57	0,17	0,10	0,08	0,06	0,04	0,02	0,01	6	1,0	
0,125	0,71	0,22	0,13	0,11	0,07	0,05	0,02	0,01	8	1,0	
0,15	0,85	0,25	0,15	0,13	0,09	0,06	0,03	0,01	10	1,5	
0,20	1,13	0,36	0,20	0,17	0,12	0,07	0,04	0,02	12	1,5	
0,25	1,42	0,43	0,25	0,21	0,15	0,09	0,05	0,02	14	1,5	
0,30	—	—	0,30	—	0,17	—	—	—	16	1,5	
0,40	—	—	0,40	—	0,23	—	—	—	18	2,0	
0,50	—	—	0,50	—	0,29	—	—	—	20	2,0	
0,60	—	—	0,60	—	0,35	—	—	—	25	2,0	
0,70	—	—	0,70	—	0,41	—	—	—	30	2,5	
0,80	—	—	0,80	—	0,46	—	—	—	35	2,5	
0,90	—	—	0,90	—	0,52	—	—	—	40	3,0	$(0,2...0,5)l_2$
1,0	—	—	1,00	—	0,62	—	—	—	45	3,0	
1,5	—	—	1,50	—	0,87	—	—	—	50	3,0	
2,0	—	—	2,00	—	1,16	—	—	—	55	3,0	
2,5	—	—	2,50	—	1,45	—	—	—	60	3,0	
3,0	—	—	3,00	—	1,74	—	—	—	65	4,0	
									70	4,0	
4,0	—	—	4,00	—	2,32	—	—	—	80	4,0	
									90	4,0	
									100	4,0	

Observații. **1.** La valoarea l_1 din tabel se adaugă 0,5...2 mm, pentru a permite accesul liber al sculei la suprafața de prelucrat. **2.** În cazul prelucrării găurilor cu fund sau cu prag, $l_2 = 0$.

Tabelul **9.36. Avansuri pentru alezarea cilindrică cu alezoare din oțel rapid**

Diametrul alezorului D, mm	Alezare cilindrică, alezor oțel rapid											
	Oțel						Fontă					
	Grupe de avansuri											
	I		*II*		*III*		*I*		*II*		*III*	
	Adîncimea t, mm, și avansul s, mm/rot											
	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s	t	s
5	0,03	0,60	0,02	0,40	0,015	0,20	0,04	0,70	0,03	0,55	0,02	0,40
10	0,05	0,80	0,03	0,60	0,02	0,40	0,06	1,00	0,04	0,80	0,03	0,60
15	0,07	1,00	0,05	0,80	0,025	0,50	0,08	1,30	0,06	1,05	0,04	0,75
20	0,09	1,20	0,07	1,00	0,03	0,60	0,10	1,60	0,08	1,30	0,05	0,90
30	0,11	1,40	0,09	1,20	0,035	0,70	0,12	1,90	0,10	1,55	0,06	1,05
40	0,13	1,60	0,11	1,40	0,04	0,80	0,15	2,20	0,13	1,80	0,07	1,20
50	0,15	1,80	0,13	1,60	0,045	0,90	0,17	2,50	0,15	2,05	0,08	1,30
60	0,17	2,00	0,15	1,80	0,05	1,00	0,19	2,80	0,17	2,30	0,09	1,50
70	0,19	2,20	0,17	2,00	0,055	1.10	0,22	3,10	0,20	2,55	0,11	1,65
80	0,21	2,40	0,19	2,20	0,06	1,20	0,24	3,40	0,22	2,80	0,12	1,80
100	0,23	2,60	0,21	2,40	0,065	1,30	0,27	3,70	0,24	3,05	0,13	1,95

Observații. Grupa *I*. Pentru alezare prealabilă în vederea finisării (cl. 4 de precizie). Grupa *II*. Pentru alezarea de finisare, $R_a = 1,25...2,5$ μm (cl. 2–3, de precizie). Grpua *III*. Pentru alezare fină, $R_a = 0,63$ μm (cl. 2 de precizie).

Tabelul **9.37. Avansuri la prelucrarea cu alezoare cu plăcuțe dure din carburi metalice**

Diametrul alezorului D, mm	Oțel			Fontă cu duritate HB					
				≤ 200			> 200		
	Grupa de avansuri								
	I	*II*	*III*	*I*	*II*	*III*	*I*	*II*	*III*
10	0,5	0,4	0,3	1,3	1,0	0,8	1,0	0,8	0,6
15	0,55	0,45	0,35	1,4	1,1	0,9	1,1	0,9	0,7
20	0,6	0,5	0,40	1,5	1,2	1,0	1,2	1,0	0,8
25	0,65	0,5	0,45	1,6	1,3	1,1	1,3	1,1	0,9
30	0,70	0,6	0,50	1,8	1,4	1,2	1,4	1,1	0,9
35	0,75	0,6	0,55	1,9	1,5	1,2	1,5	1,2	0,9
40	0,8	0,7	0,6	2,0	1,6	1,3	1,6	1,2	1,0
50	0,9	0,8	0,7	2,2	1,7	1,5	1,8	1,3	1,1
60	1,0	0,9	0,8	2,5	2,0	1,7	2,0	1,5	1,3
80 și peste	1,2	1,0	0,9	3,0	2,4	2,0	2,2	1,8	1,5

Observații. Grupa *I*. Alezarea de degroșare pentru finisare ulterioară. Grupa *II*. Alezare de finisare la o singură trecere cu clasa de precizie 3 sau $R_a = 3{,}2 \ldots 1{,}6$ μm; alezare pentru lustruire sau honuire. Grupa *III*. Alezare de finisare, după alezarea de degroșare cu clasa de precizie 2 sau $R_a = 0{,}8$ μm.

Tabelul **9.38. Avansuri la alezarea conică cu alezoare din oțel rapid**

Diametrul alezorului D, mm, pînă la:	Oțeluri		Fonte	
	Rugozitatea suprafeței, μm			
	R_z=20	R_z=0,63	R_z = 20	R_a = 0,63
	Avansul s, mm/rot			
10	0,08	0,06	0,13	0,09
15	0,13	0,09	0,17	0,13
20	0,17	0,11	0,21	0,17
30	0,25	0,16	0,30	0,25
40	0,30	0,19	0,35	0,30
50	0,34	0,21	0,42	0,34
60	0,42	0,25	0,51	0,42
70	0,52	0,27	0,55	0,52
80	0,55	0,30	0,63	0,55
100	0,60	0,34	0,75	0,60

Tabelul **9.39. Avansuri la alezarea aluminiului şi a aliajelor acestuia**

Diametrul alezorului D,mm	5	10	20	30	40	50	60	80	100	120
Grupa	Avansul s, mm/rot									
Grupa *I*	0,45	0,6	0,9	1,05	1,3	1,5	1,6	1,8	2,1	2,4
Grupa *II*	0,3	0,4	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6
Grupa *III*	0,15	0,2	0,3	0,35	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	1,8

Observaţii. Grupa *I.* Alezare prealabilă, după găurire sau lărgire, înaintea alezării de finisare. Grupa *II.* Alezare de finisare cl. a 2-a de precizie şi $R_a = 3{,}2 \ldots 1{,}6$ μm, după alezare de degroşare. Alezarea după găurire sau lărgire pînă la cl. 3-a de precizie şi $R_a = 3{,}2 \ldots 1{,}6$ μm. Grupa *III.* Alezarea fină (după alezarea de degroşare) în cl.a 2-a de precizie şi $R_a = 1{,}6 \ldots 0{,}8$ μm.

Tabelul **9.40. Valorile coeficientului C_v şi ale exponenţilor m, z_v, x_v, y_v pentru alezoarele cilindrice din oţel rapid**

Materialul prelucrat	C_v	m	z_v	x_v	y_v
Oţel carbon, cu $\sigma_a = 75$ daN/mm²	10,5	0,4	0,3	0,2	0,05
Fontă cenuşie, $HB = 190$	15,6	0,3	0,2	0,1	0,5
Fontă maleabilă, $HB = 150$	23,2	0,3	0,2	0 1	0,5
Bronz, $HB100 \ldots 140$	34,8	0,3	0,2	0,1	0,5

Tabelul **9.41. Durabilitatea economică T_{ec} la alezarea cu alezoare din oţel rapid**

Materialul de prelucrat	Diametrul nominal D, mm							
	≤10	11–20	21–30	31–40	41–50	51–60	61–70	> 70
	Durabiltatea economică, T_{ec}, min							
Oţeluri	15	24	41	57	73	90	106	122
Fonte	23	32	53	75	97	117	138	160

Valorile coeficientului C_v şi ale exponenţilor se determină în funcţie de materialul prelucrat şi sînt prezentate în tabelul 9.40.

Durabilitatea economică a alezoarelor din oţel rapid ia valorile date în tabelul 9.41.

La alezarea de finisare, pentru a se asigura o calitate corespunzătoare suprafeței prelucrate, vitezele de așchiere nu trebuie să depășească anumite valori limită. La alezarea de finisare a găurilor în piesele de oțel, fontă și bronz, viteza de așchiere nu trebuie să depășească valorile prescrise în tabelul 9.42.

Viteza de așchiere la alezarea oțelului carbon de construcție, a oțelurilor cu Cr și Cr—Ni necălite, utilizînd alezoare cu plăcuțe P 10, se calculează cu relația

$$v_p = \frac{4900 \cdot D^{0,3}}{T^{0,3} \cdot s^{0,05} \cdot \sigma_r^{0,9}} \text{ [m/min]}, \tag{9.9}$$

în care σ_r este limita de rezistență la rupere a oțelului, în daN/mm².

La alezarea oțelului călit cu alezoare cu plăcuțe dure, viteza de așchiere se determină cu relația

$$v_p = \frac{C_v \cdot D^{z_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \text{ [m/min]} \tag{9.10}$$

La prelucrarea fontei cu alezoare cu plăcuțe dure, viteza se calculează cu relația

$$v_p = \frac{100\,000 \cdot D^{0,2}}{T^{0,45} \cdot s^{0,5} \cdot HB^{1,3}} \text{ [m/min]}. \tag{9.11}$$

Durabilitatea alezoarelor cu plăcuțe dure, la prelucrarea oțelurilor călite, pentru $D = 10 \ldots 50$ mm, este de $T = 30$ minute.

Tabelul 9.42. **Valorile limită ale vitezei de așchiere la alezarea de finisare**

Materialul de prelucrat	Rugozitatea suprafeței, Ra, μm	
	1,6	0,8
Oțel cu $\sigma_r < 90$ daN/mm²	12	6
Oțel cu $\sigma_r > 90$ daN/mm²	8	4
Fontă, bronz	15	8

Tabelul 9.43. **Durabilitatea alezoarelor cu plăcuțe dure la prelucrarea fontei cu duritatea $HB = 190$**

Diametrul D, mm	10	15	20	30	40
Durabilitatea T, min	30	45	60	90	120

Durabilitatea alezoarelor cu plăcuțe dure, la prelucrarea fontelor cu duritate $HB = 190$, are valorile trecute în tabelul 9.43.

Valorile coeficienților și ale exponenților relației pentru calculul vitezei la prelucrarea oțelurilor călite, cu alezoare cu plăcuțe dure, sînt date în tabelul 9.44.

Vitezele de așchiere la alezarea conică se determină în aceleași condiții ca la alezarea cilindrică.

Durabilitatea economică T_{ec} a alezoarelor conice din oțel rapid este dată în tabelul 9.45.

Tabelul 9.44. **Valorile coeficientului C_v și ale exponenților x_v, y_v, z_v și m, la alezarea oțelului călit cu alezor cu plăcuțe dure**

Materialul de prelucrat	σ_r, daN/mm²	C_v	x_v	y_v	z_v	m
Cromansil	115	53	0,33	0,43	0,26	0,4
	125	41	0,37	0,49	0,27	0,45
	135	33	0,43	0,56	0,29	0,52
	145	22	0,53	0,74	0,32	0,60
	155	19	0,62	0,85	0,34	0,70
30 HGSNA	170	14	0,75	1,04	0,39	0,85

Tabelul 9.45. **Durabilitatea economică T_{ec} la alezarea conică cu alezor din oțel rapid**

Materialul de prelucrat	Diametrul nominal, d, mm							
	⩽ 10	11—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	> 70
	Durabilitatea economică T_{ec}, min							
Oțeluri	15	24	41	57	73	90	106	122
Fonte	23	32	53	75	96	117	138	160

9.5. Adîncirea frontală și conică a găurilor și lamarea

Prelucrarea părții superioare a găurilor se realizează cu adîncitoare cilindrice, care au un cep de ghidare, sau cu adîncitoare conice (teșitoare). Timpul de bază se determină cu relația din tabelul 9.34.

Avansurile recomandate pentru adîncirea cilindrică (frontală) și conică a găurilor sînt prezentate în tabelul 9.46, iar vitezele de așchiere sînt cuprinse în tabelul 9.47.

Lamarea găurilor constituie o adîncire exterioară a părții superioare a găurilor, cînd diametrul acestora depășește 35 mm, și se folosește, mai ales, la prelucrarea suprafețelor plane, perpendiculare pe axa găurii.

Tabelul 9.46. **Avansuri recomandate la adîncirea și lamarea cu scule din oțel rapid și din carburi metalice**

Diametrul de prelucrat, mm	Materialul de prelucrat		
	Oțel cu $\sigma_r \leqslant 60$ daN/mm², cupru, alamă	Oțel cu $\sigma_r > 60$ daN/mm²	Fontă, bronz și aliaje de aluminiu
15	0,08—0,12	0,05—0,08	0,10—0,15
20	0,08—0,15	0,05—0,10	0,10—0,15
30	0,10—0,15	0,06—0,10	0,12—0,20
40	0,12—0,20	0,08—0,12	0,15—0,25
50	0,12—0,20	0,08—0,15	0,15—0,25
60	0,15—0,25	0,10—1,18	0,20—0,30
70	0,15—0,25	0,10—0,20	0,20—0,35
80	0,20—0,30	0,12—0,25	0,25—0,40
90	0,20—0,30	0,12—0,25	0,25—0,40
100	0,20—0,30	0,15—0,30	0,25—0,50

Tabelul 9.47. **Viteze recomandate la prelucrarea cu adîncitoare și scule de lamat din oțel rapid, v_p, m/min**

Materialul prelucrat	Oțel, $\sigma_r \leqslant 60$ daN/mm² cupru, alamă	Oțel, $\sigma_r > 60$ daN/mm²	Aliaje de aluminiu	Fontă și bronz
	Cu răcire			Fără răcire
v_p, m/min	10—18	7—12	40—60	12—25

Tabelul 9.48. **Durabilități economice T_{ec} la adîncire și lamare**

Materialul	Sucla	Diametrul sculei d, mm					
		≤20	21—30	31—40	41—50	51—60	> 60
Oțeluri	Oțel rapid	12	24	56	60	90	130
Fonte		30	42	85	150	180	280
Oțeluri și fonte	Carburi metalice	30	40	50	60	80	100

Tabelul 9.49. **Avansurile și vitezele recomandate pentru adîncire și lamare la prelucrarea aluminiului și a aliajelor acestuia**

Operația	Avansul pe dinte s_d, mm/dinte	Materialul sculei	Viteza v_p m/min	
			Starea materialelor	
			Călite	Recoapte
Teșire	0,02—0,04	Rp3, Rp4	80—100	120—140
Lamare	0,04—0,06	Rp3, Rp4 Plăcuțe dure	60—80 120—160	80—100 160—120

Timpul de bază se calculează cu relația din tabelul 9.34.

Avansurile recomandate la operația de lamare sînt aceleași ca și pentru adîncirea găurilor și sînt date în tabelul 9.36, iar vitezele recomandate pentru lamare sînt indicate în tabelul 9.48.

La prelucrarea aluminiului și aliajelor acestuia, avansurile și vitezele recomandate la adîncirea conică și la lamare sînt cuprinse în tabelul 9.49.

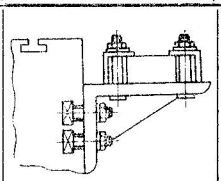
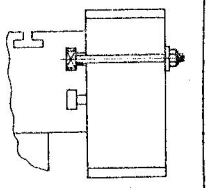
9.6. Determinarea timpului ajutător t_a

Timpul ajutător în cazul prelucrării prin găurire are următoarele componente:

t_{a_1} — pentru prinderea și desprinderea piesei;
t_{a_2} — pentru comanda mașinii-unelte;
t_{a_3} — pentru evacuarea așchiilor;
t_{a_4} — specific fazei de lucru.

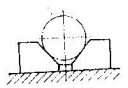
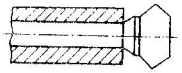
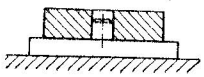
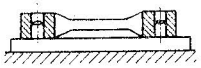
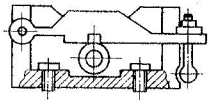
Timpul ajutător t_{a_1} se determină în funcție de sistemul de așezare și fixare a piesei în dispozitiv sau pe masa mașinii iar valorile sale sînt prezentate în tabelul 9.50.

Tabelul 9.50 **Timpul ajutător t_{a1} pentru prinderea și desprinderea piesei**

Modul de prindere și fixare a piesei	Schița sistemului de prindere	Starea suprafeței de bazare a piesei	Modul centrării	Nr. șuruburilor de fixare	Manipularea pieselor: Manuală — Masa piesei, kg, pînă la: 0,5	1	3	5	8	12	20	Cu mijloace de ridicat — Masa piesei, kg, pînă la: 30	50	80	120
Pe partea laterală a mesei, fixare cu: Șuruburi și bride pe un suport		*P* sau *L*	Fără *V*	2	—	0,63	0,73	0,84	0,95	1,05	1,20	2,27	2,45	—	—
		N.p.		2	—	0,73	0,84	0,98	1,12	1,22	1,40	2,66	2,83	—	—
		P sau L	Cu *V*	2	—	0,80	0,98	1,20	1,36	1,57	1,82	3,00	3,30	—	—
		N.p.		2	—	1,22	1,54	1,82	2,13	2,45	2,87	4,20	4,62	—	—
Șuruburi și bride fără suport, suspendat		*P* sau *L*		2	—	0,91	1,12	1,33	1,57	1,85	2,17	3,50	3,78	4,13	4,55
		N.p.		2	—	1,40	1,57	1,82	2,10	2,45	2,94	5,18	5,60	6,10	6,60
În menghină, cu strîngere: mecanică		*P* sau *L*	Fără *V*	—	0,24	0,25	0,28	0,31	0,35	0,38	0,45				
			Cu *V*	—	0,42	0,45	0,50	0,56	0,62	0,71	0,87				
pneumatică		*N p.*		—	0,66	0,73	0,80	0,87	1,00	1,17	1,40				
		P sau *L*	Fără *V*	—	0,15	0,16	0,18	0,21	0,24	0,29	0,35				
			Cu *V*	—	0,36	0,41	0,45	0,52	0,59	0,67	0,77				
		N.p.		—	0,57	0,60	0,66	0,74	0,84	0,97	1,12				
mecanică cu excentric		*P* sau *L*	Fără *V*	—	0,16	0,18	0,20	0,24	0,28	0,34	0,41				
			Cu *V*	—	0,37	0,41	0,46	0,52	0,57	0,66	0,80				

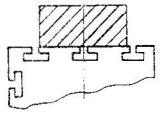
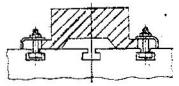
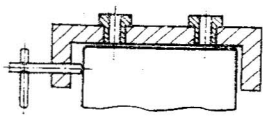
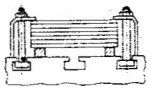
Observații. **1.** În cazul prinderii piesei cu un număr mai mare de șuruburi decît cel prevăzut în normativ, pentru fiecare șurub în plus se adaugă 0,3 min. **2.** Legenda: *P* — prelucrată; *N.p.* — neprelucrată; *L* — laminată; *V* — verificare

Tabelul 9.50 (continuare). **Timp ajutător t_{a1} pentru prinderea și desprinderea piesei**

În dispozitive speciale cu un singur loc de prindere														Curățirea dispozitivului de așchii					
Modul de bazare și prindere a piesei	Schița dispozitivului de prindere	Modul de fixare a piesei	Nr. organelor de fixare	Cu manipulare manuală								Caracteristici ale dispozitivului				Modul de curățire	
				Masa piesei, kg, până la												Cu aer comprimat	Cu perie sau textile
				0,25	0,50	1	3	5	8	12	20					Timpul, min	
				Timpul, min													
Pe prismă după suprafața cilindrică sau după două planuri		*F.f.*	—	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,13	0,14	0,18	Configurația suprafeței curățate, Netedă; Dimensiunile suprafeței de curățat, (mm) până la:	100×100			0,05	0,06
		Cu *Ș(M)* sau cu *P*	1 2	0,10 0,16	0,11 0,17	0,13 0,20	0,17 0,24	0,19 0,27	0,20 0,28	0,22 0,32	0,27 0,36		200×300			0,06	0,07
		Cu *P* sau *Ș(C)*	1 2	—	0,19 0,28	0,22 0,32	0,31 0,43	0,34 0,48	0,37 0,52	0,39 0,57	0,46 0,66		300×500			0,07	0,09
													500×1000			0,08	0,10
													$>500\times1000$			0,10	0,12
În alezaj sau în locaș după suprafața cilindrică		*F.f.*	—	0,08	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18	0,21	0,27	Cu proeminențe	100×100			0,07	0,08
		Cu pană	—	—	0,18	0,22	0,25	0,28	0,31	0,37	0,39		200×300			0,08	0,09
		Cu *P* sau *Ș(M)*	1 2	—	0,15 0,20	0,17 0,23	0,20 0,27	0,24 0,31	0,27 0,34	0,28 0,36	0,37 0,43		300×500			0,09	0,11
													$500=1000$			0,10	0,13
													$>500\times1000$			0,13	0,15
		Cu *P* sau *Ș(C)*	1 2	—	0,22 0,31	0,27 0,36	0,34 0,45	0,38 0,51	0,41 0,57	0,45 0,64	0,48 0,73	Chesonată	100×100			0,08	0,09
													200×300			0,10	0,13
													300×500			0,12	0,14
													500×1000			0,13	0,17
													$>500\times1000$			0,17	0,20
Cu un știft după alezaj		*F.f.*	—	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,19						
		Cu *P* sau *Ș(M)*	1 2	0,12 0,18	0,13 0,18	0,15 0,20	0,17 0,24	0,20 0,27	0,21 0,28	0,24 0,32	0,27 0,36						
		Cu *P* sau *Ș(C)*	1 2	—	0,20 0,29	0,24 0,33	0,31 0,41	0,35 0,45	0,36 0,50	0,41 0,55	0,45 0,64						
Cu două știfturi după alezaj		*F.f.*	—	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22						
		Cu *P* sau *Ș(M)*	1 2	0,16 0,21	0,17 0,22	0,18 0,23	0,20 0,27	0,22 0,30	0,25 0,33	0,27 0,35	0,32 0,42						
		Cu *P* sau *Ș(C)*	1 2	0,24 0,33	0,25 0,34	0,27 0,36	0,34 0,47	0,38 0,52	0,41 0,57	0,43 0,62	0,53 0,70						
În dispozitiv cu capac rabatabil cu :		*C.f.*	—	0,12	0,13	0,15	0,18	0,20	—	—	—						
		m. cu *ex.*	1	0,14	0,15	0,17	0,18	0,21	0,23	0,25	0,28						
		P sau *Ș(M)*	1	0,20	0,21	0,22	0,25	0,27	0,29	0,31	0,34						
		P. sau *Ș(C)*	1	—	0,28	0,31	0,34	0,38	0,43	0,47	0,52						

Observații. **1.** La timpul din tabel se însumează și timpul pentru curățirea dispozitivului de așchii. **2.** Timpul pentru curățirea dispozitivului de așchii se adaugă la timpul de prindere și desprindere a piesei cînd se consideră necesar, în funcție de condițiile tehnologice concrete ale prelucrării. **3.** Legenda : *F.f.* — fără fixare ; *Ș* — — șurub ; *P* — piuliță ; *M* — manual ; *C* — cu cheie ; *C. de f.* — clanță de fixare ; *m.* cu *ex.* — manivelă cu excentric.

Tabelul 9.50 (continuare). **Timpul ajutător t_{a_1}**

Modul de prindere și fixare a piesei sau a șablonului		Schița sistemului de prindere	Nr. organelor de fixare	Manipularea: Manuală; Masa piesei, în							
				0,25	0,5	1	3	5	8	12	20
A. Prinderea piesei pe masă și desprinderea ei	Fără fixare		—	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,15	0,17
	Cu șuruburi și bride		1	0,30	0,33	0,36	0,40	0,44	0,49	0,56	0,66
			2	0,43	0,45	0,50	0,55	0,62	0,70	0,79	0,89
B. Prinderea șablonului pe piesă și desprinderea lui	Fără fixare		—	—	0,06	0,07	0,10	0,14	0,19	0,24	0,28
	Cu știfuri după orificiu		1	—	0,11	0,12	0,13	0,16	0,20	0,25	0,33
			2	—	1,14	0,15	0,17	0,21	0,25	0,30	0,38
	Cu șurub și piuliță manual		1	—	—	—	0,15	0,20	0,25	0,29	0,36
			2	—	—	—	0,22	0,25	0,29	0,35	0,46
	Cu șurub și piuliță cu cheie		1	—	—	—	0,25	0,30	0,36	0,43	0,52
			2	—	—	—	0,36	0,43	0,51	0,60	0,70
	Cu șurub și bridă		1	—	—	—	0,40	0,49	0,59	0,69	0,80
			2	—	—	—	0,57	0,70	0,80	0,95	1,08
	Cu cleme cu șurub		1	—	—	—	—	—	0,82	0,86	0,95
			2	—	—	—	—	—	1,10	1,15	1,27

Timpul ajutător t_{a_2} depinde de caracteristicile mașinii de găurit și de felul mînuirilor și mișcărilor de comandă. Valorile timpului t_{a_2} sînt cuprinse în tabelul 9.51.

Timpul ajutător t_{a_3} pentru evacuarea așchiilor depinde de caracteristicile dimensionale ale sculelor așchietoare și de natura materialului de prelucrat. Valorile timpului t_{a_3}, în funcție de parametrii tehnologici, sînt prezentate în tabelul 9.52.

Timpul ajutător t_{a_4}, specific fazei de lucru, are valorile menționate în tabelul 9.53.

9.7. Determinarea timpului de deservire și de odihnă

Timpul de deservire tehnică t_{dt}, timpul de deservire organizatorică t_{do} și timpul de odihnă și necesități fiziologice t_{on} se calculează în funcție de timpul de bază, respectiv timpul operativ, luîndu-se în considerare masa piesei și diametrul maxim al găurii.

pentru prinderea și desprinderea piesei

pieselor																	
Palan electric sau pneumatic									Pod rulant								
kg, pînă la :																	
30	50	80	120	200	300	500	800	1200	30	50	80	120	200	300	500	800	1200
1,12	1,20	1,33	1,47	1,68	1,89	2,17	2,52	2,94	1,40	1,47	1,64	1,82	1,93	2,31	2,62	3,0	3,50
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,10	2,17	2,34	2,55	2,80	3,15	3,30	3,85	4,40	2,65	2,73	2,95	3,22	3,50	3,90	4,05	4,6	5,25
1,14	1,23	1,33															
1,23	—	—															
1,40	—	—															
1,23	—	—															
1,33	—	—															
1,40	—	—															
1,60	1,78	2,10															
1,50	—	—															
1,96	2,17	2,38															
1,48	1,96	2,17															
2,17	2,34	2,66															

Observații. **1.** În cazul prinderii piesei sau a șablonului suprapus cu mai mult de două organe de fixare, pentru fiecare organ de fixare în plus se adaugă 0,3 min. **2.** În cazul prelucrării piesei cu șablon, la timpul de prindere și desprindere a piesei se însumează timpul necesar prinderii și desprinderii șablonului.

Tabelul 9.51. **Timpul ajutător t_{a2} pentru comanda mașinii-unelte**

Felul mînuirilor și mișcărilor de comandă		Diametrul maxim al găurii							
		⩽15	16—25	26—35	> 35	⩽30	31—50	51—75	> 75
		Timp (min)							
Cuplarea și decuplarea mișcării de rotație a arborelui principal cu	buton	0,02							
	manetă	0,03							
Schimbarea turației sau a avansului	buton	0,02	0,02	0,03	0,04	0,02	0,03	0,04	0,04
	manetă	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05
Pornirea sau oprirea sistemului de răcire		0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03
Montarea și demontarea bucșei de ghidare cu diametrul interior d, mm, pînă la :	12,5	0,05							
	20,0	—	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
	31,5	—	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
	50,0	—	—	0,08	0,08	—	0,08	0,08	0,08
	80,0	—	—	—	0,09	—	—	0,09	0,09

Tabel 9.51 (continuare)

Felul mînuirilor şi mişcărilor de comandă			Diametrul maxim al găurii							
			⩽15	16–25	26–35	> 35	⩽ 30	31–50	51–75	>75
			Timp (min)							
Rotirea dispozitivului pe ax; cu fixare	Dimensiunea dispozitivului	300 × 500	0,07							
		500 × 1000	0,09							
		> 500 × × 1000	0,11							
Deplasarea piesei, cu sau fără dispozitiv, pe lungimea, mm	⩽200 Masa piesei, cu sau fără dispozitiv, kg, pînă la:	5	0,02							
		15	0,04							
		30	0,05							
	>200	5	0,03							
		15	0,04							
		30	0,06							
Rabaterea dispozitivului avînd masa, kg, pînă la:		5	0,04							
		15	0,05							
Montarea şi demontarea burghiului, adîncitorului, alezorului	În mandrină		0,09	0,12	0,15	0,18	0,12	0,15	0,18	0,20
	În dispozitiv cu schimbarea rapidă pentru un diametru al şaibei d, mm	25	0,05							
		>25	0,06							
	In con morse	1 şi 2	0,06	—	—	—	0,06	—	—	—
		3	—	0,09	0,09	—	—	0,09	0,09	—
		4	—	—	0,12	—	—	—	0,12	—
		5	—	—	—	0,16	—	—	—	0,16
		6	—	—	—	0,21	—	—	—	0,21

Tabelul 9.55. **Timpul ajutător t_{a3} pentru evacuarea aşchiilor la maşina de găurit**

Burghiul d, mm, pînă la:	Oţel														Fontă					
	$\sigma_r \leqslant 45$ daN/mm²								$\sigma_r \geqslant 45$ daN/mm²											
	Raportul l/d, pînă la:																			
	3	4	6	8	11	14	17	21	5	6	8	11	14	17	21	7	8	11	14	17	21
	Numărul de retrageri, pînă la:																				
	1	2	4	6	9	12	15	19	1	2	4	7	10	12	17	1	2	5	8	11	15
	Timpul, min																				
3	0,03	0,05	0,10	0,18	0,31	0,47	0,66	0,98	0,04	0,06	0,10	0,21	0,36	0,56	0,88	0,04	0,06	0,14	0,28	0,44	0,78
5		0,06	0,11	0,20	0,36	0,55	0,78	—	0,06	0,07	0,13	0,27	0,44	0,68	—	0,06	0,08	0,19	0,36	0,61	—
8		—	0,13	0,24	0,41	0,62	—	—		0,08	0,16	0,33	0,53	—	—	0,08	0,10	0,24	0,46	—	—
12	0,04	0,07	0,15	0,28	0,47	—	—	—	0,08	0,10	0,20	0,39	—	—	—	0,09	0,13	0,31	—	—	—
20		0,08	0,18	0,32	—	—	—	—		0,13	0,26	—	—	—	—	0,11	0,18	—	—	—	—
30	0,06	0,09	0,21	—	—	—	—	—	0,10	0,17	—	—	—	—	—	0,13	—	—	—	—	—
50		0,10	—	—	—	—	—	—	0,13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	0,07	—	—	—	—	—	—	—	0,16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelul 9.53. **Timpul ajutător t_{a4} legat de fază**

Caracterul lucrării	Pe o lungime, mm pînă la:	Diametrul maxim al găurii, (mm) 15—30	31—50	51—75	> 75
		Timpul, min			
Găurire după trasaj	50	0,12	0,13	0,15	0,16
	150	0,14	0,15	0,17	0,18
	250	0,15	0,16	0,18	0,19
	500	—	—	0,19	0,20
Găurire cu bucșe de ghidare, lărgire cu lărgitor, alezare	50	0,08	0,09	0,11	0,12
	150	0,10	0,11	0,14	0,15
	250	0,11	0,12	0,15	0,16
	500	—	—	0,17	0,18
	50	0,06	0,06	0,09	0,10
	150	0,08	0,09	0,12	0,13
	250	0,10	0,10	0,13	0,14
	500	—	—	0,15	0,16
La mașinile de găurit radiale se va adăuga la timpul indicat în tabelul de mai înainte și timpul pentru deplasarea capului portcuțit în plan orizontal, dat în tabelul următor:					
Deplasarea capului portcuțit, în plan orizontal, la mașinile de găurit radiale	500	—	0,4	0,5	0,6
	1000	—	0,6	0,7	0,8
	1500	—	0,8	0,9	1,0
	>1500	—	1,0	1,2	1,4

Valorile procentuale din timpul de bază sau din timpul operativ, pentru calculul timpilor t_{dt}, t_{on}, t_{do} sînt trecute în tabelele 9.54 și 9.55.

Tabelul 9.54. **Timpul de deservire a locului de muncă pentru mașini de găurit**

Caracterul timpului de deservire		Diametrul maxim al găurii ⩽ 15	⩽ 30	16—25	31—50	26—35	51—75	> 35	> 75
Timpul de deservire tehnică în % din timpul de bază	A	2,0		2,5		3,0		3,5	
	B	5,0		5,5		6,0		6,5	
Timpul de deservire organizatorică în % din timpul operativ		1,0		1,3		1,5		1,7	

Observații. **A** se acordă cînd ascuțirea burghiului se face centralizat. **B** se acordă cînd ascuțirea burghiului se face de muncitor.

Tabelul 9.55. **Timpul de odihnă și necesități firești t_{on} pentru mașini de găurit**

Timp operativ	Timp ajutător mecanic și manual în % din timpul operativ	Masa piesei, în kg, pînă la: 0,5	1,0	3,0	5,0	8,0	12,0	20,0	>20
		Timp t_{on}, în % din timpul operativ							
<1,00	50	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	—
	50	3,0		3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	—
1,01—2,50	50	3,0			3,5	4,0	4,5	5,0	—
	50	3,0				3,5	4,0	4,5	—
2,51—5,00	50	3,0					3,5	4,0	—
	50	3,0						3,5	4,0
>5,00	—	3,0							

9.8. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp la găurire

Să se prelucreze semifabricatul din fig. 9.1, prin următoarele operaţii:
— găurire de ambele părţi;
— lărgire cu lărgitor, la 21 mm;
— alezare cu alezor, la 21,2 mm;
— adîncire de ambele părţi.
Material OL 60, cu $\sigma_r = 70$ kgf/mm². Se prelucrează 10 bucăţi.

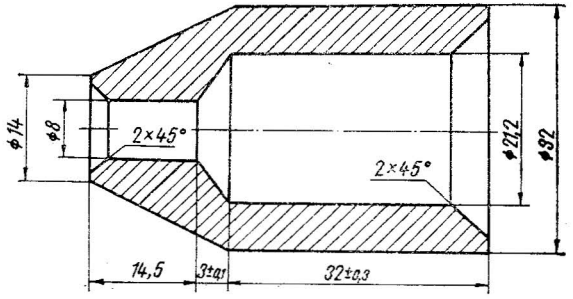


Fig. 9.1. Piesă tip bucşă prelucrată prin găurire.

1. Burghierea

Se burghiază în plin la Φ 8 mm şi la Φ 20 mm, cu burghiu Rp, $\varkappa = 45°$.

a. Timpul de bază (tabel 9.2 şi 9.3) va fi dat de relaţia

$$t_b = \frac{l_1 + l_2 + l}{v_s} \text{ [min]}.$$

Pentru burghierea la Φ 8 mm, $l = 14{,}5$ mm, $l_1 = 4$ mm, $l_2 = 1$ mm, iar pentru burghierea la Φ 20 mm, $l = 35{,}8$ mm, $l_1 = 10$ mm, $l_2 = 2$ mm.

Viteza de aşchiere se calculează cu expresia (9.2)

$$v_p = \frac{C_v \cdot D^{z_v}}{T^m s^{y_v}} K_{vp} \text{[m/min]}.$$

Se iau următoarele valori pentru avansurile de burghiere (tabel 9.9): $s = 0{,}07$ mm/rot în cazul Φ 8mm şi $s = 0{,}13$ mm/rot în cazul Φ 20 mm. Valorile coeficienţilor şi ale exponenţilor, cuprinse în tabelul 9.9, sînt următoarele: $C_v = 7$; $z_v = 0{,}4$; $m = 0{,}2$; $y_v = 0{,}7$.

Durabilitatea burghiului (tabel 9.11):
— pentru Φ 8 mm, $T = 16$ min;
— pentru Φ 20 mm, $T = 31$ min.

Coeficienţii de corecţie $K_{pv} = K_{Mv} K_{Tv} K_{Lv} K_{Sv}$ au următoarele valori:

$K_{Mv} = 1{,}86$; $K_{Tv} = 1{,}32$; $K_{Lv} = 1$; $K_{Sv} = 1$, pentru Φ 8 mm;

$K_{Mv} = 1{,}86$; $K_{Tv} = 1{,}14$; $K_{Lv} = 1$; $K_{Sv} = 1$, pentru Φ 20 mm.

Rezultă următoarele valori pentru vitezele de aşchiere:
$v_p = 59$ m/min, pentru Φ 8 mm; $v_p = 34$ m/min, pentru Φ 20 mm.

Turaţiile respective, calculate corespunzător acestor viteze de aşchiere vor fi:

$n = 2360$ rot/min, pentru Φ 8 mm; $n = 541$ rot/min, pentru Φ 20 mm.

Utilizînd maşina de găurit G40 se adoptă turaţiile:
$n = 1400$ rot/min, pentru Φ 8 mm; $n = 450$ rot/min pentru Φ 20mm.

Vitezele de avans în cazul noilor turații vor fi:

$v_s = 98$ m/min, pentru Φ 8 mm; $v_s = 58{,}5$ m/min, pentru Φ 20 mm.

Conform datelor obținute, rezultă următoarele valori pentru timpii de bază:

$t_b = 0{,}2$ min, pentru Φ 8 mm; $t_b = 0{,}81$ min, pentru Φ 20 mm.

b. Determinarea timpului de pregătire-încheiere (tabel 9.1).

$T_{pi} = 0{,}3$ min, pentru Φ 8 mm și pentru Φ 20 mm.

c. Determinarea timpului ajutător.

Timpul ajutător t_{a1}, pentru prinderea și desprinderea piesei (tabelul 9.53);

$t_{a1} = 0{,}14$ min pentru Φ 8 mm și pentru Φ 20 mm.

Timpul ajutător t_{a2}, pentru comanda mașinii (tabel 9.51);

$t_{a2} = 0{,}14$ min, pentru Φ 8 mm;

$t_{a2} = 0{,}18$ min, pentru Φ 20 mm.

Timpul ajutător t_{a3} pentru evacuarea așchiilor (tabel 9.52):

$t_{a3} = 0{,}03$ min, pentru Φ 8 mm;

$t_{a3} = 0{,}04$ min, pentru Φ 20 mm.

d. Determinarea timpului de deservire a locului de muncă (tabel 9.54).

Timpul operativ $(t_b + t_a)$:

$t_b + t_a = 0{,}51$ min, pentru Φ 8 mm; $t_b + t_a = 1{,}17$ min, pentru Φ 20 mm.

Timp total operativ: $T_{op} = 1{,}68$ min.

Timp de deservire tehnică: $t_{dt} = 0{,}05$ min.

Timp de deservire organizatorică: $t_{do} = 0{,}02$ min.

Se neglijează timpul de odihnă.

2. Lărgirea cu lărgitor Rp

Se execută lărgirea de la Φ 20 mm la Φ 21 mm pe adîncime $l = 35{,}8$ mm.

a. Timpul de bază (tabelul 9.27)):

$l = 35{,}8$ mm; $l_1 = 11$ mm; $l_2 = 2$ mm.

Determinarea vitezei de așchiere v se efectuează cu relația (9.7), iar datele necesare se iau din tabelele 9.30, 9.32 și 9.28:

$C_v = 16{,}3$; $m = 0{,}3$; $z_v = 0{,}3$; $y_v = 0{,}5$; $x_v = 0{,}2$, $T = 37$ min; $s = 0{,}40$ mm/rot.

Pe baza datelor menționate mai înainte se determină:

$v = 25$ m/min și $n = 379$ rot/min.

Se adoptă mașina de găurit G40 și din gama de turații se ia $n = 355$ rot/min, rezultînd viteza de așchiere

$v_p = 22{,}5$ m/min, iar viteza de avans $v_s = 142$ mm/min.

Timpul de bază va fi $t_b = 0{,}34$ min.

Considerînd același timp auxiliar de la burghiere, pentru Φ 21 mm, timpul operativ va fi $t_b + t_a = 0{,}70$ min.

b. Timpul de pregătire-încheiere; $T_{pi} = 0{,}3$ min (tabel 9.1).

c. Timpul de deservire a locului de muncă (tabel 9.57) va fi:

— timpul de deservire tehnică: $t_{dt} = 0{,}017$ min;

— timpul de deservire organizatorică: $t_{do} = 0{,}007$ min.

Se neglijează timpul pentru odihnă.

$T_{buc} = 1{,}02$ min.

3. Alezarea cilindrică pe lungimea de 35,8 mm la Φ 21,2 mm, alezaj cu prag

a. Timpul de bază (tabel (9.34)).

Lungimea de lucru: $l = 35{,}8$; $l_1 = 2$ mm; $l_2 = 0$.

Determinarea vitezei de aşchiere, la alezarea cu alezor Rp (tabel 9.40):

$$v_p = \frac{C_v \cdot D^{z_v}}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \text{ [m/min]}.$$

$C_v = 10{,}5$; $m = 0{,}4$; $z_v = 0{,}3$; $x_v = 0{,}2$; $y_v = 0{,}05$.

Durabilitatea economică $T = 41$ min (tabel 9.41).

Adîncimea de aşchiere $t = 0{,}1$ mm.

Avansul admis la alezarea cu alezor Rp: $s = 1{,}2$ mm/rot (tabel 9.36).

Din datele de mai sus rezultă următoarele:

$v_p = 9{,}30$ m/min; $n = 140$ rot/min.

Viteza de avans va fi: $v_s = 160$ mm/min.

Pe baza datelor obţinute rezultă $t_b = 0{,}23$ min.

b. Timpul de pregătire-încheiere: $T_{pi} = 0{,}3$ min (tabel (9.1)).

c. Considerînd timpii ajutători de la burghiere, $t_a = 0{,}36$ min, timpul operativ va fi: $t_b + t_a = 0{,}59$ min.

d. Timpii de deservire la locul de muncă (tabel 9,54)):

— timpul de deservire tehnică: $t_{dt} = 0{,}011$ min.

— timpul de deservire organizatorică: $t_{do} = 0{,}006$ min.

Se neglijează timpul de odihnă.

$T_{buc} = 0{,}90$ min.

4. Adîncire frontală conică, de ambele părţi, cu adîncitor Rp

a. Timpul de bază (tabel 9.24): $t_b = \frac{l + l_1 + l_2}{v}$ [min].

Viteza de aşchiere $v_p = 12$ m/min (tabel 9.47).

Avansul $s = 0{,}1$ mm/rot pentru Φ 21,2 mm şi $s = 0{,}08$ mm/rot pentru Φ 8 mm (tabel 9.46).

Turaţiile corespunzătoare vitezelor sînt:

$n = 477$ rot/min la Φ 8 mm şi $n = 180$ rot/min la Φ 21,2 mm.

Vitezele de avans v_s corespunzătoare sînt:

$v_s = 38$ mm/min la Φ 8 mm şi $v_s = 18$ mm/min la Φ 21,2 mm.

Timpul de bază: $t_b = 0{,}19$ min pentru Φ 8 mm, şi $t_b = 0\,39$ min pentru Φ 21,2 mm.

b. Timpul de pregătire-încheiere $T_{pi} = 0{,}6$ min (se adoptă timpul de pregătire-încheiere de la găurire).

c. Considerîndu-se timpii ajutători de la burghiere, $t_a = 0{,}67$ min, timpul operativ va fi: $t_b + t_a = 1{,}25$ min.

d. Timpii de pregătire tehnică şi organizatorică iau următoarele valori (tabel 9.54): $t_{dt} = 0{,}03$ min şi $t_{do} = 0{,}01$ min.

Se neglijează timpul de odihnă.

$T_{buc} = 1{,}89$ min.

Capitolul 10

NORMAREA TEHNICĂ LA PRELUCRAREA DANTURII ROȚILOR DINȚATE

10.1. Introducere

În industria constructoare de mașini se folosesc roți dințate cilindrice sau conice, cu dantura dreaptă, înclinată sau curbă.

a. **Roțile dințate cilindrice cu dantura dreaptă sau înclinată** se execută cu *generatoarea materializată* pe muchia așchietoare a sculei (metode de copiere) sau cu *generatoarea cinematică* (metode de rulare-rostogolire). Prelucrarea cu generatoare materializată se realizează prin frezare, mortezare și broșare, cel mai răspîndit procedeu fiind frezarea prin copiere cu freze disc modul sau cu freze deget modul. Ultimele sînt recomandate la prelucrarea roților dințate cu modul mare ($m \geqslant 20$ mm), la prelucrarea danturilor în V sau W sau acolo unde, din motive de gabarit, nu este posibilă utilizarea frezelor disc modul.

Pentru prelucrarea danturii drepte (fig. 10.1) freza modul se reglează la o cotă corespunzătoare înălțimii dintelui și execută mișcarea principală de rotație în timp ce piesa, fixată pe masa mașinii, realizează mișcarea de avans longitudinală, pentru prelucrarea întregii lățimi a danturii. Danturarea efectuîndu-se gol cu gol, după prelucrarea fiecărui gol este necesară o mișcare de divizare, prin rotirea piesei cu unghiul $2\pi/z$, unde z este numărul de dinți ai roții de prelucrat. La frezarea danturilor cilindrice înclinate este necesară și o rotație sincronizată a piesei, pentru generarea elicei dinților.

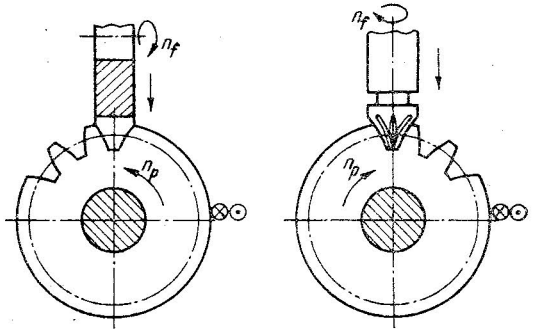


Fig. 10.1. Prelucrarea danturii roților dințate cilindrice prin copiere cu freze disc și freze deget modul.

Prelucrarea cu generatoarea cinematică se realizează prin frezare cu freză-melc sau prin mortezare cu cuțit-roată sau cuțit cremalieră.

Frezarea danturii cilindrice prin rulare cu freză-melc (fig. 10.2) este o metodă de danturare cu divizare continuă, cu generare indirectă, după principiul dreptei mobile. Ca urmare, cinematica procedeului simulează angrenarea dintre cremaliera generatoare (materializată de profilul normal al frezei-melc) și roata dințată de prelucrat. Freza-melc execută mișcarea principală de rotație, iar piesa realizează mișcarea de avans circular, ca o componentă a mișcării

de rulare. Deoarece contactul dintre flancul melcului sculei și cel al dintelui roții este teoretic punctiform, este necesară o mișcare de avans, realizată de sculă sau piesă și dirjiată în direcția flancului dinților. Notînd cu β_{as} unghiul de înclinare al elicei sculei, pentru obținerea danturii drepte este necesară

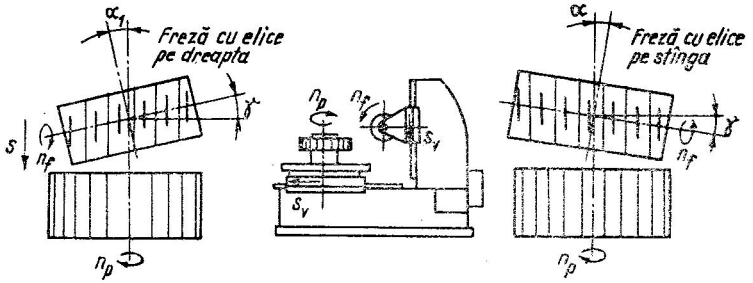


Fig. 10.2 Prelucrarea danturii roților dințate cilindrice cu dinți drepți cu freză melc.

înclinarea saniei portsculă cu unghiul ($-\beta_{as}$). Prelucrarea se realizează în una sau mai multe treceri, în ultimul caz fiind necesară și o mișcare de reglare a poziției sculă-piesă pe direcție radială.

Frezarea prin rulare a danturii înclinate are, în principiu, aceeași schemă cinematică. Este necesară însă înclinarea axului sculei cu unghiul

$$\beta = \beta_{ap} \pm \beta_{as},$$

unde β_{ap} este unghiul de înclinare a elicei danturii de prelucrat, iar semnul (+) coincide cazului cînd elicea sculei și cea a dinților de prelucrat au sensuri contrare, în timp ce semnul (−) corespunde cazului cînd cele două sensuri sînt identice (fig. 10.3).

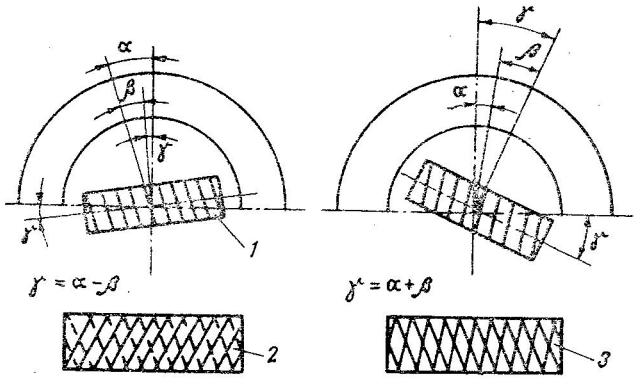


Fig. 10.3. Sensul de înclinare al frezei melc.

Mortezarea danturilor cilindrice prin rulare cu cuțit-roată (fig. 10.4) este un procedeu de danturare cu divizare continuă, bazat pe metoda de generare directă a profilului dinților. Scula așchietoare este o roată dințată cu profil evolventic corectat și detalonat, iar principiul de lucru se bazează pe reproducerea condițiilor de angrenare dintre roata-sculă și roata dințată de prelucrat. Mișcarea principală de așchiere este translația rectilinie alternativă a cuțitului-roată, deosebindu-se o cursă activă (vertical descendentă) și o cursă pasivă (vertical ascendentă). Simularea angrenării menționate se realizează prin mișcările sincronizate de avans circular ale sculei, respectiv piesei. Pentru așchierea întregii înălțimii a dintelui este necesară și mișcarea de avans de

pătrundere (pe direcţie radială) executată de sculă. La prelucrarea danturilor drepte înclinate este necesară şi o rotaţie suplimentară a sculei, care, combinată cu translaţia acesteia, determină traiectoria elicoidală a dinţilor roţii de prelucrat.

Mortezarea danturii cilindrice prin rulare cu cuţitul cremalieră este un procedeu de danturare cu divizare discontinuă cu generare indirectă, aplicîn-

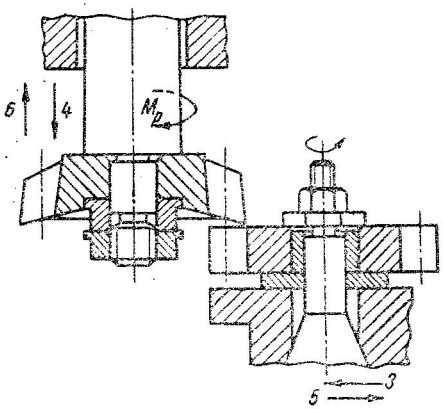


Fig. 10.4. Prelucrarea danturii roţilor dinţate cilindrice cu dinţi drepţi sau înclinaţi cu cuţit-roată de mortezat.

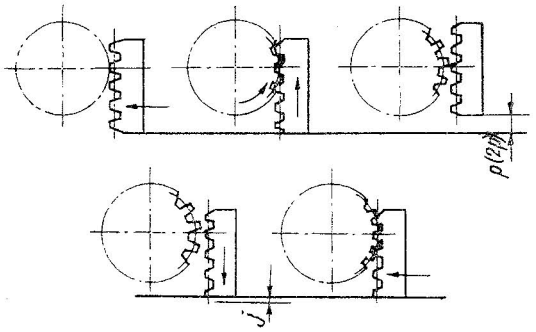


Fig. 10.5. Succesiunea frazelor pentru prelucrarea danturii roţilor dinţate cilindrice cu dinţi drepţi cu cuţit-cremalieră pe maşini tip Sunderland.

du-se atît în varianta cu dreaptă fixă (procedeul Maag) cît şi în aceea cu dreaptă mobilă (procedeul Sunderland). În principiu, schema cinematică a mortezării cu cuţit cremalieră constă din mişcarea principală de translaţie alternativă a sculei pieptene, avansul circular al piesei şi avansul tangenţial executat fie de piesă, fie de sculă. Este necesară şi o mişcare de avans de pătrundere, realizată de sculă sau piesă, cu scopul îndepărtării întregului strat de aşchiere.

La prelucrarea pe maşini tip Sunderland (fig. 10.5) sînt necesare următoarele faze:

— apropierea sculei de semifabricat (*a*);
— aşchierea prin deplasarea sculei cu unul sau doi paşi (*b*);
— retragerea sculei în direcţie radicală (*c*);
— deplasarea sculei în sens invers aşchierii cu unul sau doi paşi la care se adaogă şi jocul (*j*) din lanţul cinematic (*d*);
— de la faza (*d*) pînă la următoarea (*e*), scula se deplasează invers sensului de la faza (*d*) cu mărimea jocului;
— apropierea sculei de piesă şi reluarea ciclului (*e*).

Succesiunea fazelor în cazul prelucrării pe maşini tip Maag este prezentată în fig. 10.6 şi se compune din:

— aşchiere (*a*);
— deplasare înapoi cu unul, doi sau trei paşi, fără rotire, a piesei (*b*);
— rotirea în sens invers sensului de lucru şi deplasarea pe distanţă egală cu jocul lanţului cinematic (*c*);
— reînceperea procesului de aşchiere (*d*).

Roţile dinţate cu dinţi înclinaţi se execută prin înclinarea saniei portsculă.

b. **Roţile dinţate conice cu dinţi drepţi sau înclinaţi** se prelucrează prin copiere sau rulare.

Prin copiere danturile conice se prelucrează cu ajutorul frezei-disc modul prin poziționarea piesei ca în fig. 10.7, astfel încît fundul golului dintre dinți să se afle în poziție orizontală.

O metodă de prelucrare prin copiere este și broșarea prin procedeul Revacycle, la care scula, un disc cu diametrul foarte mare, este așezată orizontal și are fixate cuțite pentru degroșare și finisare (fig. 10.8).

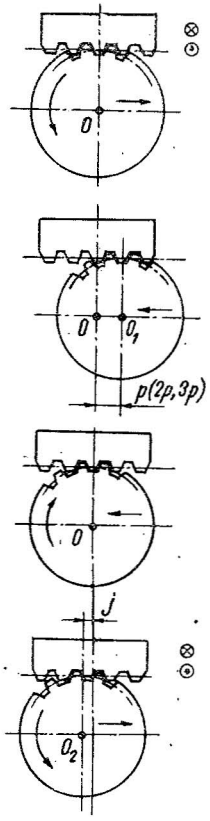


Fig. 10.6. Succesiunea fazelor pentru prelucrarea danturii roților dințate cilindrice cu dinți drepți cu cuțit-cremalieră pe mașini tip Maag.

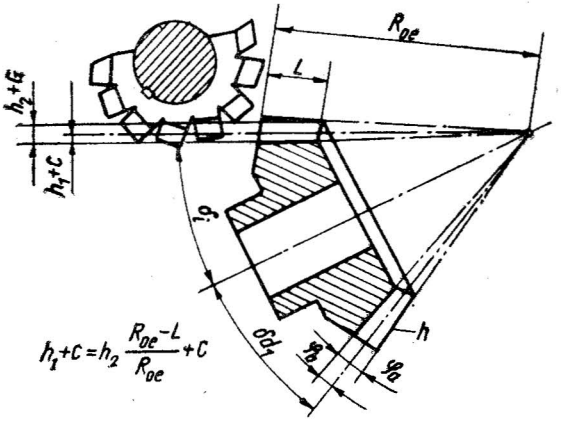


Fig. 10.7. Prelucrarea prin copiere cu freze disc modul a roților dințate conice cu dinți drepți sau înclinați.

Altă metodă este prelucrarea după șablon (fig. 10.9), prin rabotare. În fig. 10.10 se prezintă rabotarea după șablon cu două cuțite.

Dantura roților dințate conice cu dinți drepți sau înclinați se execută prin rulare cu ajutorul următoarelor procedee:

a) procedeul Bilgram (fig. 10.11) — rabotare cu un singur cuțit;

b) procedeul Gleason (fig. 10.12 *a* și *b*) — rabotare cu două cuțite;

c) procedeul Beale (fig. 10.13) — frezare cu două freze disc.

c. **Roțile dințate conice cu dantură curbă** se prelucrează cu metode care depind de forma curbei.

Danturarea în arc de cerc se poate executa prin copiere după procedeul Formate-Gleason (fig. 10.14).

Danturarea în arc de evolventă (paloidă) se execută după procedeul Klingelnberg, prin generare cu ajutorul unei freze-melc conice (fig. 10.15).

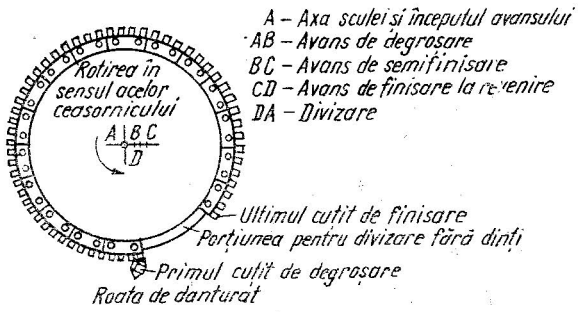


Fig. 10.8. Broșarea prin procedeul Revacycle a danturii roților dințate conice cu dinți drepți sau înclinați.

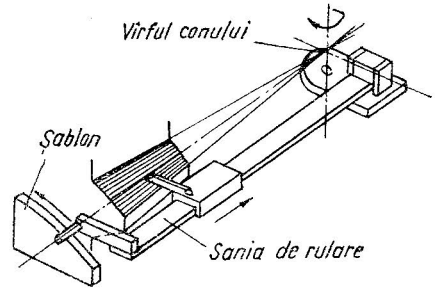


Fig. 10.9. Rabotarea după șablon cu un cuțit a roților dințate conice cu dinți drepți sau înclinați.

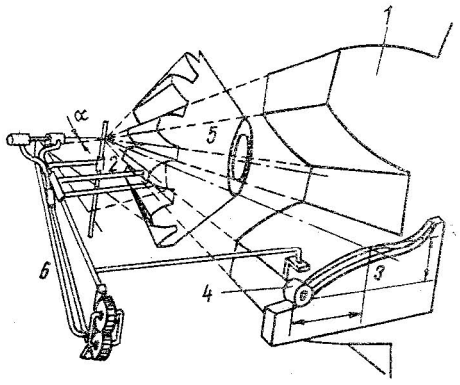


Fig. 10.10. Rabotarea după șablon cu două cuțite a roților dințate conice cu dinți drepți și înclinați.

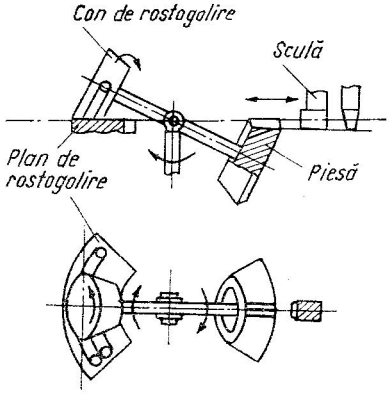


Fig. 10.11. Rabotarea roților dințate conice cu un cuțit prin procedeul Bilgram.

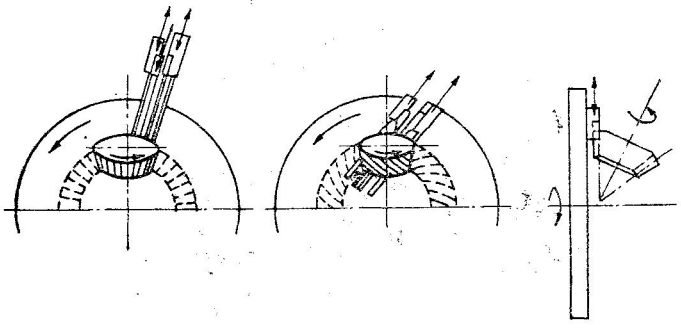


Fig. 10.12. Rabotarea roților dințate conice cu două cuțite prin procedeul Gleason : *a* — dantură dreaptă ; *b* — dantură înclinată.

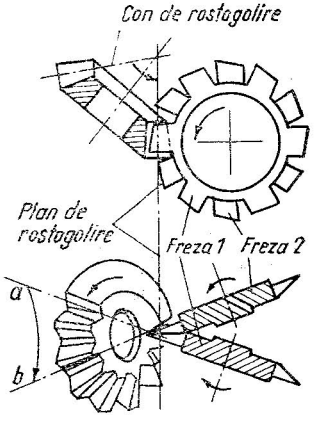


Fig. 10.13. Frezarea roților dințate conice cu două freze disc prin procedeul Beale.

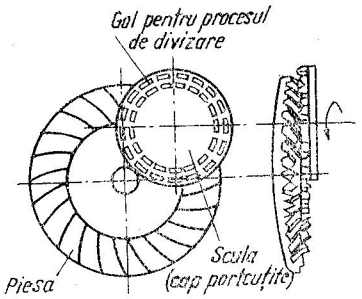


Fig. 10.14. Prelucrarea danturii conice în arc de cerc prin procedeul Formate-Gleason.

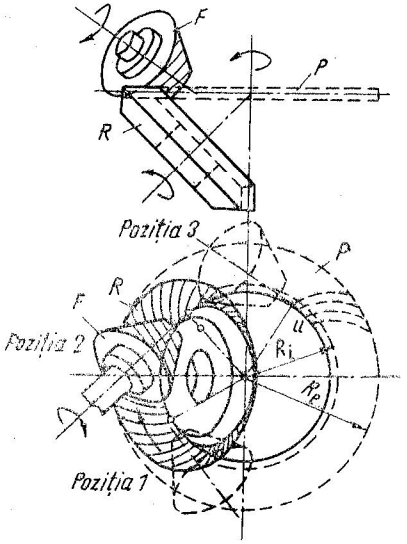


Fig. 10.15. Prelucrarea danturii roților dințate conice în arc de evolventă (paloidă) prin procedeul Klingelnberg.

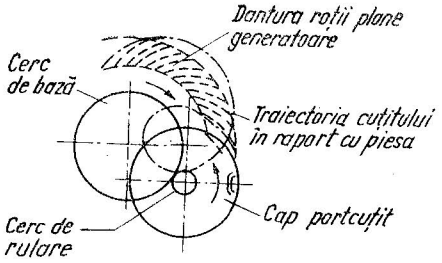


Fig. 10.16. Prelucrarea danturii roților dințate conice epicicloide cu cap portcuțite.

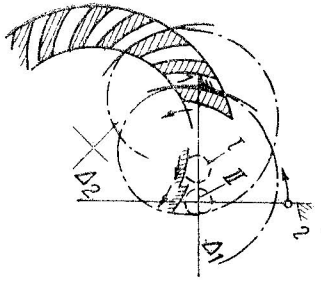


Fig. 10.17. Prelucrarea danturii roților dințate conice ciclopaloide prin procedeul Klingelnberg.

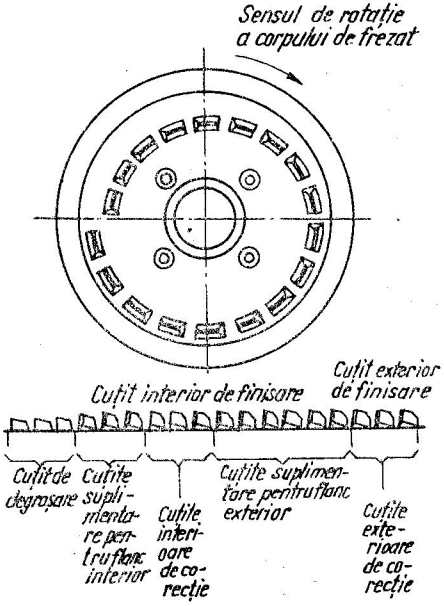


Fig. 10.18. Prel ucrarea danturii roților dințate conice ciclopaloide prin procedeul Fiat-Mammano.

Dantura epicicloidă (eloidă) se execută prin mai multe metode: Spiromatic, prin generare cu ajutorul unui cap portcuțite grupate cîte două sau trei, așezate pe spirale diferite (fig. 10.16), procedeul ciclopaloid (Klingelnberg), la care golul dintre dinți se obține cu două capete portcuțite (fig. 10.17) și procedeul Fiat-Mammano, care utilizează un cap portcuțite frontal (fig. 10.18).

10.2. Norma tehnică de timp la prelucrarea danturii roților dințate

Norma de timp pe bucată se calculează cu relația

$$N_t = T_{pi}/n + t_b + t_a + t_{at} + t_{do} + t_{on} \text{ [min]}, \tag{10.1}$$

în care definirea elementelor componente s-a făcut în cap. 3 (Vol. I).

10.2.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere

Timpul de pregătire-încheiere depinde de tipul mașinii folosite, de natura operației, de gradul de organizare a producției etc. Pentru prelucrarea danturii roților dințate cilindrice cu dinți drepți sau înclinați prin frezare cu freze-disc sau deget modul și prin mortezare cu cuțit-roată sau cuțit-cremalieră, sînt dați timpii de pregătire-încheiere în tabelul 10.1.

Pentru prelucrarea danturii roților dințate conice cu dinți drepți, timpii de pregătire-încheiere sînt dați în tabelul 10.2, iar pentru dantura conică cu dinți curbi — în tabelul 10.3.

10.2.2. Determinarea timpului de bază

Timpul de bază (tehnologic), indiferent de mașina și scula cu care se execută danturarea, se calculează cu relația

$$t_b = (l + l_1)i/(s \cdot n) \text{ [min]}, \text{ în care:} \tag{10.2}$$

l este lungimea dintelui, mm;

l_1 — lungimea de pătrundere și ieșire a sculei, mm;

s — avansul sculei în lungul flancului dintelui, mm/rotație a sculei;

n — turația sculei, rot/min;

i — numărul de treceri.

În funcție de felul prelucrărilor, timpul de bază se calculează cu relațiile specifice, astfel:

— frezarea danturii roților dințate cilindrice cu freze-melc modul

$$t_b = (l + l_1) \cdot z/(s \cdot n_f \cdot k); \tag{10.3}$$

— frezarea danturii roților melcate cu freze-melc modul, prin metoda avansului radial

$$t_b = \frac{(h + 0{,}8 \cdot m) \cdot z}{n_f \cdot s_r \cdot k} + \frac{3 \cdot z}{n_f \cdot k}; \tag{10.4}$$

Tabelul 10.1. **Timpii pentru pregătire—încheiere, $T_{pî}$, min, la mașini de danturat**

Modul de prindere a roții	Poziția	Procedeul de danturare, cu					
		Freză-melc modul			Cuțit-cremalieră sau cuțit-rotață		
		Diamterul roții, mm					
		350	351—1000	> 1000	⩽ 350	351—1000	> 1000
A. Pentru operații curente		Timpul $T_{pî}$, min					
Între vîrfuri	1	26	32	39	—	—	—
Pe dorn sau pe dorn și în consolă	2	19	24	29	18	22,5	27,5
Pe suporți (cu sau fără dorn sau în dispozitiv)	3	38	50	60	20	25	31
Primirea și predarea documentelor, comenzii cu indicația SDV-urilor etc.	4	7,0—10,0					
B. Pentru operații suplimentare		Timpul $T_{pî}$, min					
Reglarea pentru tăierea danturii înclinate — Cu diferențial	5	5,0	6,0	7,5	—	—	—
Reglarea pentru tăierea danturii înclinate — Fără diferențial	6	4,0	4,5	5,0	6,5	8,0	10,5
Reglarea mașinii pentru tăierea danturii drepte	7	4,0	4,5	5,5	—	—	—
Montarea și demontarea dornului portfreză	8	2,5	4,0	5,0	—	—	—
Montarea și demontarea sculei așchietoare	9	7,5	12,5	18,6	5,5	7,5	13,0
Schimbarea lungimii cursei berbecului	10	—	—	—	5,5	7,5	10,0
Schimbarea bucșei de ghidare	11	—	—	—	5,0	6,0	7,5
Schimbarea camei	12	—	—	—	4,0	5,0	6,0

Tabelul 10.2. **Timpii de pregătire—încheiere $T_{pî}$, min, pentru prelucrarea roților dințate conice cu dinți drepți pe mașini de rabotat**

Metoda de așezare a piesei		Poziția	Modulul maxim, m, [mm] pînă la:	
			6	12
			Timpul $T_{pî}$, min	
Pe dorn sau cu mandrină cu bucșă elastică	cu reglarea calelor pentru cuțite	1	22	30
	cu așezarea unor adaosuri calibrate pentru cuțite	2	20	28

Tabelul 10.3. **Timp de prgătire—încheiere $T_{pî}$, min, pentru prelucrarea roților dințate conice cu dinți curbi pe mașini de frezat**

Metoda de așezare a piesei	Poziția	Timpul $T_{pî}$, min
Pe dorn în mandrină cu bucșă elastică	1	30

— frezarea danturii roților melcate cu freze-melc modul, prin metoda avansului tangențial, într-o singură trecere

$$t_b = \frac{[(0,11z + 7,6)m + 5]z}{n_f \cdot s_t \cdot k}; \tag{10.5}$$

● prima trecere la frezarea roții din două treceri

$$t_b = \frac{[(0,11z + 6)m + 5]z}{n_f \cdot s_t \cdot k}; \tag{10.6}$$

● a doua trecere la frezarea roții din două treceri

$$t_b = \frac{[(0,11z + 4,4)m + 5]z}{n_f \cdot s_t \cdot k}; \tag{10.7}$$

— prelucrarea roților dințate cilindrice și conice cu freze-disc modul, pe mașini de frezat longitudinal (orizontal)

$$t_b = \frac{(l + l_1)z}{n \cdot s}; \tag{10.8}$$

— prelucrarea roților dințate cilindrice și conice cu freze modul pe mașini semiautomate de frezat roți dințate

$$t_b = \left[\frac{l + l_1}{s_M} + \frac{l + l_1}{s_l} + \tau\right]\frac{z}{m}; \tag{10.9}$$

— prelucrarea roților dințate cilindrice prin mortezare cu cuțit-roată

$$t_b = \frac{z \cdot m}{n \cdot s_c} i + \frac{h}{n \cdot s_r}; \tag{10.10}$$

— prelucrarea roților dințate conice cu dantură dreaptă sau curbă, prin rabotare și cu capete port-cuțit

$$t_b = \frac{T_d \cdot z}{60}. \tag{10.11}$$

In aceste relații s-au folosit notațiile:

l — lungimea dintelui, mm;
l_1 — lungimea de pătrundere și de ieșire a sculei, mm;
z — numărul de dinți ai roții dințate care se prelucrează;
s — avansul sculei, mm/rot;
n_f — numărul de rotații ale frezei, rot/min;
k — numărul de începuturi ale frezei-melc modul;
h — înălțimea dintelui, mm;
m — modulul, mm;
s_r — avansul radial la o rotație a piesei, mm/rot;
s_t — avansul tangențial la o rotație a piesei, mm/rot;
$s_M = s_z \cdot z \cdot n$ — avansul pe minut, mm/min;
s_z — avansul pe dinte al frezei mm;

s_l — avansul pe minut în cursa de lucru, mm;
s_c — avansul circular;
τ — timpul de revenire a frezei în poziție de lucru, min;
T_d — timpul de prelucrare a unui dinte, secunde.

Lungimea l_1, în cazul prelucrării roților dințate cilindrice cu dinți drepți, cu freze-melc modul și cu freze-disc modul și a roților dințate conice cu dinți, drepți, cu ajutorul frezelor-disc modul, se determină cu relația

$$l_1 = \sqrt{h(D-h)} + 3 \quad [\text{mm}]. \tag{10.12}$$

În cazul prelucrării roților dințate cu dinți inclinați cu freze-melc modul, lungimea l_1 se calculează cu relația

$$l_1 = (R_e + R)\sin\delta \operatorname{tg}\varphi + m \cdot \operatorname{ctg}\alpha \sin\varphi + 3 \quad [\text{mm}] \tag{10.13}$$

$$\text{unde } R = \frac{D}{4 \cdot \sin\varepsilon}\left(\frac{1}{\sin\varepsilon} + \frac{1}{\sin\varphi} - 1\right), \quad \text{cu } \varepsilon = \operatorname{arc\,tg}\sin\varphi);$$

$$\delta = \arccos\left(1 - \frac{l}{R_e + R}\right)$$

În relațiile anterioare au fost folosite următoarele notații:
D — diametrul sculei, mm;
h — înălțimea dintelui de prelucrat;
R_e — raza exterioară a piesei, mm;
ε, δ, R — valori intermediare pentru determinarea lungimii l_1;
m — modulul, mm;
φ — unghiul de așezare a frezei pe mașină, grade;
α — unghiul de presiune a profillului dintelui frezei melc.

Atunci cînd precizia de prelucrare cerută nu este mare (în cazul prelucrărilor de degroșare), se poate folosi o relație simplificată (în locul relației 10.13)

$$l_1 = (R_e + R)\sin\delta \operatorname{tg}\varphi + 3 \quad [\text{mm}]. \tag{10.14}$$

10.2.3. Elemente ale regimului de așchiere

În relațiile de calcul pentru timpul de bază intervin, ca parametri ai regimului de așchiere, avansuri, turații, număr de treceri, număr de curse duble, etc. pentru care se dau în continuare cîteva date.

Prelucrarea roților dințate cilindrice prin copiere se face cu ajutorul frezelor-disc și deget modul folosind parametri ai regimului de așchiere conform tabelelor 10.4, 10.5 și 10.6.

Grupa mașinilor se alege astfel:
— grupa I pentru modul $m = 6$ și putere $N = 2{,}5$ kW;
— rgupa II pentru modul $m = 5 \ldots 8$ și putere $N = 3{,}5$ kW;
— grupa III pentru modul $m = 6 \ldots 10$ și putere $N = 6{,}0$ kW;
— grupa IV pentru modul $m = 10$ și putere $N = 6{,}0$ kW.

În cazul prelucrării prin generare, cu freză-melc avansul se alege din tabelele 10.7 și 10.8.

Tabelul. 10.4. **Regimuri de așchiere pentru prelucrarea roților dințate cilindrice din OLC, cu freze-disc modul din oțel rapid**

Diametrul frezei, mm	Modulul roții, mm	Numărul de treceri	Rezistența la rupere pentru oțelul care se prelucrează, σ_r, daN/mm²											
			50—60			60—70			70—80			80—90		
			v_p m/min	n rot/min	s mm/min	v_p m/min	n rot/min	s mm/min	v_p m/min	n rot/min	s mm/min	v_p m/min	n rot/min	s mm/min
70	3	1	29,4	134	147,0	25,6	116	128	16,6	75	83,2	12,0	54	60,6
80	4	1	28,1	111	119,6	24,5	97	104	15,9	63	67,5	11,5	46	49,0
90	5	1	27,1	95	193,0	23,8	83	90	15,3	54	58,0	11,7	39	42,6
100	6	1	26,2	83	92,0	22,8	72	80	14,8	47	52,0	10,7	34	37,6
110	8	2	25,2	72	76,0	21,2	63	66	14,2	41	43,0	10,2	30	31,0
120	10	2	24,1	64	65,5	21,0	56	57	13,6	36	37,0	9,9	26	26,8
145	12	2	23,2	51	57,5	20,3	44	50	13,1	29	32,5	9,5	21	23,5
160	14	2	22,8	45	51,7	19,8	39	45	12,9	25	29,2	9,3	18	21,2
170	16	3	22,3	41	47,1	19,4	36	41	12,6	23	26,6	9,1	17	19,3
190	18	3	22,0	37	43,6	19,1	32	38	12,4	21	24,7	9,0	15	17,9
200	20	3	21,6	35	40,3	18,8	30	35	12,2	19	22,8	8,8	14	16,5
220	22	3	21,2	31	38,0	18,5	27	33	12,0	18	21,4	8,7	13	15,5
240	24	3	20,9	28	35,6	18,2	24	31	11,8	16	20,2	8,5	11	14,6
260	26	3	20,6	25	34,5	17,9	22	30	11,6	14	19,5	8,4	10	14,1
280	28	3	20,1	23	32,0	17,6	20	28	11,4	13	18,2	8,3	9	13,2
300	30	3	20,1	21	31,0	17,5	18	27	11,4	12	17,6	8,2	8	12,7

Observații. **1.** La prelucrarea roților dințate pe mașini orizontale de frezat, dacă rigiditatea prinderii și cea a mașinii nu sînt suficiente, mărimea s se va înmulți cu $k = 0{,}8$. **2.** La prelucrarea roților dințate cu dinți înclinați, mărimea s se va înmulți cu următorii coeficienți: pentru $\beta = 35 \ldots 50°$, cu $k = 0{,}8$, iar pentru $\beta = 50 \ldots 60°$, cu $k = 0{,}67$.

Tabelul 10.5. **Regimuri pe așchiere la prelucrarea roților dințate cilindrice din fontă, cu freze-disc modul din oțel rapid**

Diametrul de prelucrat D, mm	Modulul roții m, mm	Numărul de treceri	Duritatea materialului de prelucrat, HB								
			160—180			180—200			200—220		
			v_p mm/min	n rot/min	s mm/min	v_p m/min	n rot/min	s_m mm/min	v_p m/min	n rot/min	s_m mm/min
70	3	1	22,5	102	215	20,1	91	192,0	18,3	83	175,0
80	4	1	22,0	87	180	19,6	78	161,0	17,8	71	146,5
90	5	1	21,8	77	160	19,5	69	143,0	17,7	63	130,0
100	6	1	21,6	68	142	19,3	61	126,8	17,6	55	115,5
110	8	2	21,1	60	120	18,8	54	107,0	17,1	49	85,5
120	10	2	20,8	55	105	18,6	49	94,0	16,0	45	84,5
145	12	2	20,5	45	94	18,3	40	84,0	16,6	36	76,5
160	14	2	20,2	40	85	18,0	36	76,8	16,4	33	80,0
170	16	3	20,1	37	80	17,9	33	71,5	16,3	30	65,0
190	18	3	20,0	34	75	17,0	30	67,0	16,2	27	61,0
200	20	3	19,9	31	70	17,8	28	62,5	16,2	25	57,0
220	22	3	19,7	28	66	17,6	25	58,9	16,0	23	53,6
240	24	3	19,6	26	62	17,5	23	55,4	15,9	21	53,4
260	26	3	19,5	24	60	17,4	21	53,6	15,8	19	52,8
280	28	3	19,4	22	57	17,3	20	50,9	15,7	18	46,3
300	30	3	19,3	20	55	17,2	18	49,2	15,6	16	44,8

Observații. **1.** La prelucrarea roților dințate pe mașini orizontale de frezat, dacă rigiditatea prinderii și rigiditatea mașinii nu sînt suficinte, mărimea s_m se va înmulți cu $k = 0{,}8$. **2.** La prelucrarea roților dințate cu dinți înclinați, mărimea s_m se va înmulți cu următorii coeficienți: pentru $\beta = 35 \ldots 50°$, cu $k = 0{,}8$, iar pentru $\beta = 50 \ldots 60°$, $k = 0{,}67$.

Tabelul 10.6. **Regimuri de așchiere pentru danturarea roților dințate cilindrice din OLC cu freze-deget din oțel rapid**

Modulul roții m, mm	Grupa mașinilor-unelte								
	I			*II*			*III*		
	A. Avansul s, mm/rot								
	Felul prelucrării								
	Degroșare	Semifinis.	Finisare	Degroșare	Seminfinis.	Finisare	Degroșare	Semifinis.	Finisare
	Avasul s, mm/rot								
6	0,105	—	0,23	—	—	—	—	—	—
10	0,120	0,21	0,26	—	—	—	—	—	—
15	0,135	0,24	0,30	0,150	0,28	0,33	0,165	0,34	0,43
20	0,150	0,26	0,34	0,165	0,35	0,37	0,180	0,38	0,53
25	0,160	0,28	0,37	0,175	0,36	0,41	0,195	0,42	0,58
30	0,165	0,30	0,39	0,185	0,38	0,46	0,205	0,44	0,63
40	0,180	0,33	0,42	0,200	0,41	0,50	0,220	0,47	0,68
50	—	—	—	0,220	0,45	0,55	0,235	0,50	0,72
50	—	—	—	0,230	0,47	0,58	0,245	0,53	0,75

B. Viteza de așchiere, v_p, m/min

Modulul roții, m mm	Rezistența la rupere a materialului de prelucrat, σ_r, daN/mm²								
	50—60	60—70	70—80	50—60	60—70	70—80	50—60	60—70	70—80
	Viteza de așchiere, m/min								
6—10	20,5	18	14,5	18,0	16,0	13,0	16,0	14,0	12,0
15—20	20,5	18	14,5	18,0	16,0	13,0	16,0	14,5	12,0
25—40	19,5	17	13,5	17,0	15,0	12,0	15,0	13,5	11,0
40	16,0	14	11,0	14,5	12,5	10,0	13,0	11,5	9,0

C. Numărul de treceri

Modulul roții, m, mm	Denumirea trecerilor		
	De degroșare	De semifinisare	De finisare
	Numărul de treceri, i		
Pînă la 45	1	1	1
Peste 45	2	1	1

Observație. Pentru prelucrarea de degroșare, a dintelui în două treceri, la prima trecere se așchiază o adîncime egală cu 1,6 din modul.

În tabelele 10.9 și 10.10 sînt dați coeficienți de corecție pentru avans atunci cînd se prelucrează roți dințate cu dantură înclinată și, respectiv, în funcție de proprietățile materialului.

În tabelul 10.11 se dau valorile avansului pentru danturarea de degroșare a roților dințate cilindrice prin mortezare cu cuțit-roată din oțel rapid,

Tabelul 10.7. **Avansul la frezarea de degroșare a roților dințate cilindrice, cu freză-melc din oțel rapid**

Materialul care se prelucrează și proprietățile lui mecanice	Grupa mașinilor de frezat	Modulul roții m, mm						
		3–4	5–6	7–8	10–12	14–16	18–22	24–30
		Avansul s, mm/rot						
Oțel carbon de calitate $\sigma_r \leqslant 70$ daN/mm²	*I*	2,0–2,4	1,7–2,2	1,3–1,5	—	—	—	—
	II	2,5–3,0	2,0–2,5	1,8–2,0	—	—	—	—
	III	—	2,5–2,8	2,0–2,5	1,9–2,0	1,8–2,0	1,3–1,8	—
	IV	—	—	—	2,0–2,8	1,8–2,5	1,6–2,3	1,2–1,8
Oțel aliat cu $\sigma_r \leqslant 70$ daN/mm²	*I*	1,6–1,9	1,4–1,8	1,1–1,3	—	—	—	—
	II	2,0–2,4	1,5–2,0	1,4–1,6	—	—	—	—
	III	—	2,0–2,3	1,6–2,0	1,5–1,8	1,3–1,6	1,0–1,4	—
	IV	—	—	—	1,6–2,2	1,4–2,0	1,3–1,8	1,0–1,4
Fontă cenușie cu $HB = 180 \ldots 200$	*I*	2,5–2,7	2,3–2,7	1,8–2,0	—	—	—	—
	II	2,7–3,0	2,6–2,8	2,0–2,4	—	—	—	—
	III	—	2,8–3,0	2,7–3,0	2,4–2,7	2,2–2,6	1,7–2,2	—
	IV	—	—	—	3,0–3,2	2,4–3,0	2,4–2,6	1,7–2,0

Tabelul 10.8 **Avansul la frezarea de finisare a roților dințate cilindrice, cu freză-melc din oțel rapid**

Rugozitatea suprafeței prelucrate, R_a, μm	Modulul roții m, mm						
	2–4	5–6	7–8	10–12	14–16	18–22	24–30
	Avansul piesei, s, mm/rot						
12,5–6,3	1,4 –1,6	1,3 –1,6	1,2 –1,5	1,2 –1,5	1,0 –1,4	0,9–1,2	0,8–1,0
3,2	0,85–1,0	0,7–0,85	0,65–0,8	0,65–0,8	0,65–0,8	0,65–0,75	0,65–0,75

Tabelul 10.9. **Coeficienți pentru corecția avansului la frezarea roților dințate cilindrice cu dinți înclinați**

Unghiul de înclinare a dinților în grade	15°	30°	45°	60°
Cînd direcția dintelui și a elicei frezei sînt identice	0,87	0,78	0,63	0,54
Cînd direcția dintelui și a elicei frezei sînt diferite	0,72	0,65	0,50	0,45

Tabelul 10.10 **Coeficienți de corecție pentru avans, în cazul proprietăților mecanice diferite ale materialului de prelucrat**

	Materialul de prelucrat								
	OLC			Oțel aliat pentru construcții de mașini		Fontă cenușie			
	Rezistența la rupere a oțelului σ_r, daN/mm²					Duritatea HB			
	50–60	60–70	70–80	80–90	peste 90	140–160	160–180	180–200	200–220
Coeficient	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	1,1	1,0	1,0	0,9

Tabelul 10.11 **Avansul la danturarea de degroșare a roților dințate cilindrice, cu cuțit-roată de mortezat din oțel rapid**

Materialul	Grupa mașinii	Modulul roții, m, mm							
		⩽ 2	2,5	3	4	5	6	7	8	⩾ 10
		Număr de treceri, i								
		1			2					3
		Avansul de rulare pentru o cursă dublă a roții de mortezat s_r, mm/cursă dublă								
OLC 45 cu σ_r pînă la 75 daN/mm²	I	0,35	0,50	0,45—0,50	0,20—0,40	0,15—0,25	0,10—0,15	—	—	—
	II	—	—	— 0	0,40—0,50	0,30—0,50	0,20—0,40	0,15—0,20	—	—
	III	—	—	—	—	—	0,30—0,50	0,20—0,50	0,15—0,50	0,15—0,25
	IV	—	—	—	—	—	—	—	0,45—0,50	0,25—0,50
Oțeluri aliate pentru construcția de mașini	I	0,30	0,50	0,40—0,45	0,15—0,35	0,13—0,20	0,08—0,13	—	—	—
	II	—	—	—	0,35—0,45	0,25—0,45	0,15—0,35	0,13—0,15	—	—
	III	—	—	—	—	—	0,25—0,45	0,15—0,45	0,13—0,45	0,13—0,20
	IV	—	—	—	—	—	—	—	0,40—0.45	0,20—0,25
Fontă cenușie cu HB = 100...200	I	0,40	0,5	0,50	0,50	0,15—0,35	0,15—0,20	—	—	—
	II	—	—	—	0,50	0,35—0,50	0,25—0,45	0,15—0,30	—	—
	III	—	—	—	—	0,40—0,50	0,30—0,50	0,25—0,50	0,15—0,35	—
	IV	—	—	—	—	—	—	—	0,50	0,40—0,50

în tabelul 10.12 se dă avansul pentru danturarea de finisare, în aceleași condiții, iar în tabelul 10.13 sînt dați coeficienții de corecție pentru prelucrarea danturii înclinate.

La prelucrarea danturii roților dințate cilindrice cu dinții drepți sau înînclinați, turația axului principal, a sculei, se determină cu relația

$$n_f = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D} \text{ [rot/min]}, \qquad (10.15)$$

în care v_p este viteza periferică a piesei, m/min, pentru care sînt stabilite valori și relații de calcul în literatura de specialitate, iar D — diametrul frezei, mm.

Tabelul 10.12. **Avansul la mortezarea de finisare a roților dințate cilindrice (cu orice modul), cu cuțit-roată de mortezat din oțel rapid**

Materialul	Adaosul de prelucrare, mm	Avansul de rulare s, mm/cursă dublă	Nr. de treceri
Oțel	0,5—0,8	0,25—0,30	1
Fontă	0,5—0,8	0,35	1

Tabelul 10.13 **Coeficienți de corecție ai avansului, pentru prelucrarea roților dințate cu dinți înclinați**

Unghiul de înclinare a dinților, grade	0°	10°	20°	30°	45°
Coeficient K_s	1,0	1,0	0,99	0,98	0,96

De regulă, în cartea mașinii, avansurile sînt date în mm/min. Pentru a verifica și alege un avans existent în gama mașinii-unelte trebuie să se facă transferarea avansurilor date în tabelele 10.7 și 10.8 pe baza relației

$$s_M = s \cdot n_f \cdot k/z \quad \text{[mm/min]}, \qquad (10.16)$$

în care s este avansul piesei, mm/rot (dat în tabelele indicate mai înainte), k — numărul de începuturi ale frezei și z — numărul de dinți ai piesei.

Prelucrarea danturii roților dințate conice cu dinți drepți sau înclinați se face cu freză-disc modul, prin broșare, sau prin rabotare, toate după principiul copierii, sau prin generare cu unul sau două cuțite (rabotare) sau prin frezare.

În tabelul 10.14 se prezintă regimul de așchiere pentru prelucrarea roților dințate conice din OLC45 și fontă cu freze-disc modul din oțel rapid, iar în tabelele 10.15, 10.16, și 10.17 sînt dați coeficienți de corecție pentru avans atunci cînd se schimbă condițiile de lucru.

Tabelul 10.14 **Regimuri de așchiere pentru prelucrarea roților dințate conice din OLC 45 și fontă, cu freze-disc modul din oțel rapid**

Diametrul frezei D, mm	Modulul roții mm	Înălțimea dintelui h, mm	Prelucrarea pe mașini orizontale de frezat cu cap divizor									
			Trecerea 1; t, mm	Trecerea 2; t, mm	Trecerea 3; t, mm	v_p mm/min	s mm/min	Trecerea 1; t, mm	Trecerea 2; t, mm	Trecerea 3; t, mm	v_p, m/min	s, m/min
			OLC 45					Fontă cu HB = 180–200				
60	2	4,4	4,4	—	—	28	152	4,4	—	—	23	228
70	3	6,5	6,5	—	—	28	128	6,5	—	—	23	192
80	4	8,7	8,7	—	—	28	107	8,7	—	—	23	161
90	5	10,9	10,9	—	—	28	95	10,9	—	—	23	143
100	6	13,0	13,0	—	—	28	80	13,0	—	—	23	120
110	8	17,6	13,0	4,6	—	28	72	13,0	4,6	—	20	108
120	10	22,0	13,0	9,0	—	22	60	13,0	9,0	—	20	96
145	12	26,0	13,0	13,0	—	22	50	13,0	13,0	—	20	85
160	14	30,8	13,0	13,0	4,8	22	45	13,0	13,0	4,8	20	78
170	16	35,2	13,0	13,0	9,2	22	41	13,0	13,0	9,2	20	72

Tabelul 10.15 **Coeficienți de corecție pentru avans, în funcție de unghiul de înclinare al dinților**

Unghiul de înclinare al dinților	15°	20°	25°	30°	40°	45°	50°	60°
Coeficient pentru oțel și fontă	0,96	0,94	0,90	0,86	0,77	0,70	0,64	0,60

Tabelul 10.16 **Coeficienți de corecție pentru avans, în cazul modificării durității materialului care se prelucrează**

Duritatea fontei, HB	140–160	160–180	180–200	200–220
Coeficient de corecție	1,25	1,10	1,0	0,90

Tabelul 10.17 **Coeficienți de corecție pentru avans, la prelucrarea oțelurilor de diferite calități**

Rezistența la rupere σ_r, daN/mm²	60–70	70–80	75–95	Peste 95
Coeficient de corecție	1,0	0,90	0,75	0,55

Tabelul 10.18. **Avansuri de rulare pentru danturarea roților dințate conice cu dinți drepți și înclinați**

Grupa mașinii	Modulul roții m, mm	Materialul	Numărul de dinți ai roții dințate de prelucrat								
			10—20	21—30	31—40	41—50	51—60	61—70	71—80	81—90	91—100
			Avansul de rulare pe cursă dublă a cuțitelor s, mm/cursă dublă								
I	2	Fontă	0,30	0,36	0,42	0,45	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
		Oțel	0,18	0,20	0,23	0,25	0,27	0,28	0,30	0,31	0,32
	3	Fontă	0,28	0,31	0,36	0,39	0,42	0,42	0,42	0,42	—
		Oțel	0,17	0,18	0,20	0,23	0,25	0,26	0,28	0,29	0,30
	4	Fontă	0,25	0,29	0,33	0,36	0,40	0,40	—	—	—
		Oțel	0,15	0,16	0,18	0,20	0,23	0,24	—	—	—
	6	Fontă	0,22	0,25	0,28	0,28	—	—	—	—	—
		Oțel	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20	—	—	—	—
II	3	Fontă	0,34	0,38	0,44	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
		Oțel	0,18	0,20	0,23	0,25	0,27	0,28	0,29	0,29	0,29
	4	Fontă	0,31	0,36	0,41	0,46	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48
		Oțel	0,16	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,27	0,27	0,27
	6	Fontă	0,25	0,32	0,37	0,40	0,44	0,44	0,44	0,44	—
		Oțel	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,24	0,25	0,26	—
	8	Fontă	0,25	0,29	0,34	0,37	0,41	0,41	—	—	—
		Oțel	0,13	0,15	0,17	0,17	0,21	0,22	—	—	—
	10	Fontă	0,24	0,27	0,31	0,35	0,37	—	—	—	—
		Oțel	0,12	0,13	0,15	0,17	0,18	—	—	—	—
III și *IV*	6	Fontă	0,27	0,38	0,43	0,47	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
		Oțel	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,28	0,29	0,29
	8	Fontă	0,26	0,37	0,39	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42	0,42
		Oțel	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,27	0,27
	10	Fontă	0,25	0,33	0,36	0,39	0,40	0,40	0,40	—	—
		Oțel	0,14	0,15	0,17	0,19	0,20	0,21	0,23	—	—
	12	Fontă	0,24	0,30	0,35	0,38	0,39	—	—	—	—
		Oțel	0,13	0,14	0,16	0,18	0,19	—	—	—	—
	14	Fontă	0,22	0,28	0,32	0,35	0,37	—	—	—	—
		Oțel	0,12	0,13	0,15	0,17	0,18	—	—	—	—
	16	Fontă	0,21	0,25	0,29	0,29		—	—	—	—
		Oțel	0,11	0,12	0,14	0,16	—	—	—	—	—
	18	Fontă	0,20	0,25	0,27	—	—	—	—	—	—
		Oțel	0,10	0,11	0,13	—	—	—	—	—	—
	20	Fontă	0,19	0,22	0,25	—	—	—	—	—	—
		Oțel	0,10	0,11	0,13	—	—	—	—	—	—

În tabelul 10.18 se dau avansurile de rulare în cazul danturării roților dințate conice cu dinți drepți sau înclinați prin metoda rulării, în tabelul 10.19 avansul de spargere pentru danturarea aceloraşi roți dințate, iar în tabelul 10.20 sînt dați coeficienți de corecție.

Tabelul 10.19. **Avansuri de spargere pentru danturarea roților dințate conice cu dinți drepți şi înclinați**

Modulul roții de prelucrat m, mm	4–7	8–9	10–17	18–20
Avansul de spargere, mm/c.d.	0,10	0,12	0,13	0,145

Tabelul 10.20. **Coeficienți de corecție a avansului**

Rezistența la rupere, σ_r, daN/mm²						Duritatea fontei, *HB*			
40–50	51–60	61–70	71–80	81–90	91–100	⩽180	181–200	201–220	> 220
Coeficient de corecție									
1,35	1,15	1,0	0,85	0,72	0,55	1,1	1,0	0,90	0,70

Prelucrarea danturii roților dințate conice cu dantură curbă se face după o metodologie specială descrisă, de regulă, în cărțile tehnice ale mașinilor de danturat.

10.2.4. Determinarea timpilor ajutători

Timpul ajutător t_a este format din mai mulți timpi, în funcție de acțiunile muncitorului efectuate în vederea executării timpului de bază.

În tabelul 10.21 se prezintă timpul ajutător pentru prinderea şi desprinderea piesei, la prelucrarea cu freze modul (melc, disc sau deget), pe mașini de danturat, iar în tabelul 10.22 se dă timpul ajutător pentru prinderea-desprinderea piesei la prelucrarea cu freze-disc modul pe mașini de frezat.

În tabelul 10.23 se prezintă timpul ajutător pentru prinderea şi desprinderea piesei, la prelucrarea piesei cu cuțit-roată de mortezat şi în tabelul 10.24 se dă timpul ajutător pentru prinderea şi desprinderea pieselor, la prelucrarea danturii cu cuțit-cremalieră.

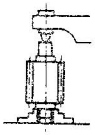
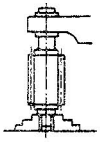
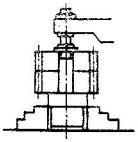
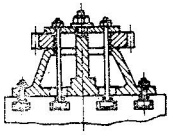
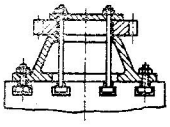
În tabelul 10.25 se dă timpul ajutător pentru comanda mașinii, la prelucrarea danturii cu freză-melc modul sau prin mortezare cu cuțit-roată sau cuțit-cremalieră.

În tabelul 10.26 se prezintă timpii ajutători la prelucrarea pe mașini de frezat, indiferent de tipul roții dințate.

În tabelul 10.27 se dau timpii ajutători pentru prelucrarea roților dințate conice cu dinți drepți prin rabotare.

În tabelul 10.28 sînt dați timpii ajutători pentru prelucrarea danturii roților dințate conice cu dinți curbi, prin frezare.

Tabelul 10.21. **Timpul ajutător pentru prinderea—desprinderea piesei, la prelucrarea cu freze modul (melc, disc sau deget) pe mașini de danturat**

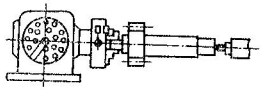
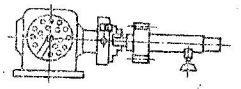
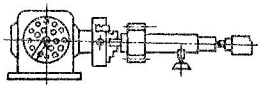
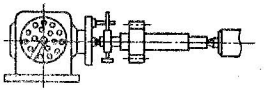
Modul de așezare a piesei	Numărul pieselor prinse împreună	Poziția	Masa piesei și a dornului, kg, pînă la:			
			3	5	10	20
			Timpul, min			
A. Cu manipulare manuală						
În universal și vîrful păpușii mobile 	1	1	3,25	4,70	6,20	8,00
În universal și consolă 	1	2	4,10	5,00	7,20	10,00
Pe dorn, în universal și consolă 	1 2	3 4	1,65 1,25	2,00 1,50	2,40 2,00	2,80 2,40
Pe suporți și dorn 	1 2	5 6	— —	— —	4,50 3,50	6,00 4,50
Pe suporți 	1 2	7 8	— —	— —	7,60 6,50	9,00 7,50

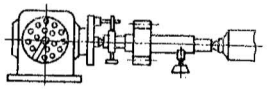
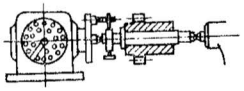
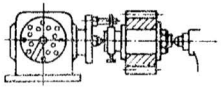
Tabelul 10.21 (continuare)

Modul de așezare a piesei	Nr. de piese prelucrate împreună	Poziția	Masa piesei și a dornului, kg, pînă la: 30	50	80	120	200	300	500	800	1000	1200	1500	2000	3000	5000	8000	10000
			Timp, min															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
B. Cu palan electric sau pneumatic																		
În universal și vîrful păpușii mobile (v. fig. tab. 10.21, *a*)	1	9	12	15	20	24	29	33	38	44	49	56	64	—	—	—	—	—
În universal și consolă (v. fig. tab. 10.21, *b*)	1	10	10	14	19	25	30	36	42	49	56	65	77	92	—	—	—	—
Pe dorn, în universal și consolă (v. fig. tab. 10.21, *c*)	1	11	3,4	5	6	7	8	10	11	14	15	—	—	—	—	—	—	—
	2	12	3	4	5	6	7	8	9	10	12	—	—	—	—	—	—	—
Pe suporți și dorn (v. fig. tab. 10.21, *d*)	1	13	8	10	13	15	18	21	25	29	33	36	39	43	50	—	—	—
	2	14	6	9	10	12	14	17	20	23	26	28	31	34	39	—	—	—
Pe suporți (v. fig. tab. 10.21, *e*)	1	15	11	14	16	20	23	27	32	38	42	46	50	56	64	76	81	100
	2	16	9	11	14	16	20	23	27	32	36	42	43	48	55	63	74	90
C. Cu pod rulant electric																		
În universal și vîrful păpușii mobile (v. fig. tab. 10.21, *a*)	1	17	16	20	26	32	37	42	48	54	60	67	76	—	—	—	—	—
În universal și consolă (v. fig. tab. 10.21 *b*)	1	18	20	25	33	39	46	53	60	68	77	90	106	—	—	—	—	—
Pe dorn, în universal și consolă (v. fig. tab. 10.21 *c*)	1	19	5	6	8	9	10	12	14	17	18	—	—	—	—	—	—	—
	2	20	4	5	6	7	8	10	11	12	14	—	—	—	—	—	—	—
Pe suporți și dorn (v. fig. tab. 10.21 *d*)	1	21	10	14	16	19	23	26	31	35	39	42	45	49	56	—	—	—
	2	22	8	11	13	15	18	21	25	28	31	33	36	38	43	—	—	—
Pe suporți (v. fig. tab. 10.21 *e*)	1	23	15	19	21	26	30	35	41	48	53	58	62	69	79	93	110	120
	2	24	12	15	19	21	26	30	35	41	46	40	55	59	67	76	89	106

Observație. În valorile date în tabelul 10.21 este inclus și timpul pentru verificarea centrării piesei cu comparatorul cu precizia de 0,05 mm.

Tabelul 10.22. **Timpul ajutător pentru prinderea-desprinderea piesei la prelucrarea cu freze-disc modul pe mașini de frezat (cu manipulare manuală)**

Modul de prindere a piesei			Poziția	Masa piesei, kg, pînă la: 0,5	1	3	5	8	12	20
				Timpul, min						
În universal și vîrful păpușii mobile 	—	Prindere Desprindere	1	0,40	0,43	0,49	0,54	0,60	0,66	0,80
		Fiecare întoarcere	2	0,40	0,43	0,49	0,54	0,60	0,66	0,80
În universal și sprijinită în cric 	—	Prindere Desprindere	3	0,35	0,40	0,44	0,48	0,53	0,59	0,75
		Fiecare întoarcere	4	0,35	0,40	0,44	0,48	0,53	0,59	0,75
În universal, vîrful păpușii mobile și sprijinită în cric 	—	Prindere Desprindere	5	0,50	0,52	0,60	0,64	0,71	0,77	0,93
		Fiecare întoarcere	6	0,50	0,52	0,60	0,64	0,71	0,77	0,93
Între vîrfuri 	Fără montarea antrenorului	Prindere Desprindere	7	0,33	0,34	0,44	0,56	0,63	0,72	0,79
		Fiecare întoarcere	8	0,33	0,34	0,44	0,56	0,63	0,72	0,79
	Cu montarea antrenorului	Prindere Desprindere	9	0,46	0,48	0,59	0,74	0,83	0,97	1,13
		Fiecare întoarcere	10	0,46	0,48	0,59	0,74	0,83	0,97	1,13

Între vîrfuri și sprijinită în cric 	Fără montarea antrenorului	Prindere Desprindere	11	0,43	0,46	0,57	0,72	0,78	0,98	1,11
		Fiecare întoarcere	12	0,43	0,46	0,57	0,72	0,78	0,98	1,11
	Cu montarea antrenorului	Prindere Desprindere	13	0,56	0,60	0,73	0,90	0,98	1,23	1,45
		Fiecare întoarcere	14	0,56	0,60	0,73	0,90	0,98	1,22	1,45
Pe dorn neted sau canelat, între vîrfuri, cu montarea piesei : 	Manual	Prindere Desprindere	15	0,43	0,49	0,57	0,65	0,75	0,86	0,98
		Fiecare întoarcere	16	0,43	0,49	0,57	0,65	0,75	0,86	0,98
	Cu presă mecanică	Prindere Desprindere	17	0,53	0,63	0,73	0,85	1,00	1,20	1,45
		Fiecare întoarcere	18	0,53	0,63	0,73	0,85	1,00	1,20	1,45
Pe dorn neted, între vîrfuri, cu piuliță : 	Cu șaibă potcoavă	Prindere Desprindere	19	0,60	0,68	0,76	0,86	0,96	1,07	1,18
		Fiecare întoarcere	20	0,60	0,68	0,76	0,86	0,96	1,07	1,18
	Cu șaibă normală	Prindere Desprindere	21	0,83	0,88	0,95	1,05	1,16	1,27	1,40
		Fiecare întoarcere	22	0,83	0,88	0,95	1,05	1,16	1,27	1,40
Pe dorn între vîrfuri, fără montarea și demontarea piesei		Prindere Desprindere	23	0,42	0,34	0,44	0,56	0,62	0,72	0,78
		Fiecare întoarcere	24	0,34	0,34	0,44	0,56	0,62	0,72	0,78
Pentru fiecare prindere și desprindere pe dron, între vîrfuri, a fiecărei piese următoare, peste una, se adaugă :			25	0,10	0,11	0,12	0,13	—	—	—

Observație Cînd montarea pieselor se face pe un dorn de rezervă în timpul de bază, se ia în considerare numai timpul necesar pentru prinderea și desprinderea dornului între vîrfuri.

Tabelul 10.23. **Timpi ajutători pentru prinderea-desprinderea piesei, la prelucrarea danturii cu cuțit-roată de mortezat**

A. Cu manipulare manuală

Așezarea piesei pe dron	Numărul pieselor prinse împreună	Poziția	Masa piesei, kg, pînă la: 3	5	10	20
			Timpul, min			
Centrare după periferia roții	1	1	1,50	1,70	2,10	2,60
	2	2	1,15	1,30	1,60	2,00
	3	3	1,00	1,15	1,40	1,75
Centrare după dinte	1	4	1,90	2,10	2,50	3,00
	2	4	1,35	1,50	1,75	2,10
	3	6	1,15	1,25	1,50	1,80

B. Cu ajutorul mașinilor de ridicat

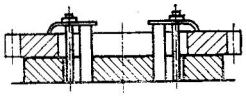
Așezarea piesei pe dorn (v. fig. de la poz. A)		Numărul pieselor prinse împreună	Poziția	Masa piesei, kg, pînă la: 30	50	80	120	200	300	500	800	1000	1200	1500	2000
				Timpul, min											
Palan electric sau pneumatic	Centrare după periferia roții	1	7	3,4	4,0	4,9	5,5	6,5	7,2	8,5	9,5	11	12	14	16
		2	8	2,4	2,8	3,3	3,9	4,5	5,2	6,0	7,6	—	—	—	—
		3	9	2,0	2,4	2,8	3,3	4,0	4,5	5,1	—	—	—	—	—
	Centrare după dinte	1	10	4,2	5,5	7,0	8,6	10	12	14	17	19	22	25	30
		2	11	3,0	4,0	5,0	6,2	7	9	10	12	—	—	—	—
		3	12	2,6	3,5	4,0	5,0	6,0	7,5	8,7	—	—	—	—	—
Pod rulant electric	Centrare după periferia roții	1	13	4,6	5,3	6,4	7,1	8,2	9,0	10	11	13	15	17	19
		2	14	3,2	3,7	4,3	5,0	5,7	6,5	7,4	8,1	—	—	—	—
		3	15	2,7	3,2	3,7	4,2	5,0	5,5	6,2	—	—	—	—	—
	Centrare după dinte	1	16	5,7	7,3	9,2	12	13	16	18	21	23	26	29	34
		2	17	4,0	5,3	6,5	8,0	8,9	11	13	15	—	—	—	—
		3	18	3,5	4,6	5,2	6,4	7,6	8,4	11	—	—	—	—	—

Tabelul 10.24. **Timpi ajutători pentru prinderea-desprinderea pieselor, la prelucrarea danturii cu cuțit cremalieră**

A. Cu manipulare manuală

Pe dorn	Numărul pieselor prinse împreună	Poziția	Masa piesei, kg, pînă la: 3	5	10	20
			Timpul, min.			
Centrare după periferia roții	1	1	1,70	2,00	2,50	3,00
	2	2	1,25	1,50	1,90	2,25
	3	3	1,10	1,30	1,65	2,00

Tabelul 10.24 (continuare)

Centrare după dinte	1 2 3	4 5 6	2,10 1,45 1,25	2,40 1,65 1,40	2,90 2,00 1,65	3,40 2,40 2,00
Pa platou 	Numărul pieselor prinse împreună	Poziția	Masa piesei, kg, până la: 3	5	10	20
			Timp, min			
Centrare după periferia roții	1 2	7 8	2,50 1,85	3,00 2,20	3,90 2,85	5,00 3,75
Centrare după dinte	1 2	9 10	2,90 2,00	3,50 2,50	4,60 3,35	5,90 4,50

B. Cu ajutorul mașinilor de ridicat

Pe dorn (v. fig. de la poz A)		Numărul pieselor prinse împreună	Poziția	Masa piesei, kg, până la: 30	50	80	120	200	300	500	800	1000	1200	1500	2000	2500
				Timp, min												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Palan electric sau pneumatic	*A*	1	11	3,8	4,0	4,5	5,5	6,5	7,5	9,0	10	12	13	15	17	20
		2	12	2,2	2,5	3,0	3,7	4,3	5,2	6,5	7,2	—	—	—	—	—
		3	13	2,1	2,3	2,7	3,1	4,0	5,0	5,5	—	—	—	—	—	—
	B	1	14	4,6	4,9	6,3	8,0	10	12	15	17	20	23	27	31	36
		2	15	3,1	3,5	5,6	7,1	8,5	10	—	—	—	—	—	—	—
		3	16	2,8	3,0	3,4	4,2	5,6	7,0	8,3	—	—	—	—	—	—
Pod rulant electric	*A*	3	17	5,1	5,3	5,9	7,1	8,2	9,4	11	12	14	15	17	19	22
		2	18	3,0	3,9	4,6	5,5	6,5	8,0	8,7	—	—	—	—	—	—
		3	19	2,8	3,1	3,5	4,0	5,1	6,2	6,8	—	—	—	—	—	—
	B	1	20	6,3	6,5	8,2	10	13	15	18	20	24	27	31	45	40
		2	21	4,2	4,6	5,6	7,2	9,0	11	13	16	—	—	—	—	—
		3	22	3,8	4,0	4,5	5,4	7,1	8,7	10	—	—	—	—	—	—

BIBLIOTECA

Tabelul 10.24 (continuare)

Pe platou (v. fig. de la poz. A)		Numărul pieselor prinse împreună	Poziția	Masa piesei, kg, pînă la												
				30	50	80	120	200	300	500	800	1000	1200	1500	2000	2500
				Timp, min												
Palan electric sau pneumatic	*A*	1	23	5,5	7,0	8,6	10	13	16	18	22	25	29	32	36	40
		2	24	4,0	5,0	6,5	8,0	9,5	11	16	18	21	21	—	—	—
	B	1	25	6,8	10	13	17	21	24	27	31	33	36	38	41	42
		2	26	5,1	7,5	10	12	14	17	20	22	25	28	—	—	—
Pod rulant electric	*A*	1	27	7,4	9,3	11	13	16	20	23	27	30	34	36	40	43
		2	28	5,4	6,6	8,5	10	12	14	16	19	21	25	—	—	—
	B	1	29	9,2	13	17	22	27	30	33	37	39	41	43	45	47
		2	30	6,9	10	13	16	19	22	25	27	30	32	—	—	—

Observație. *A* este pentru centrare după periferia roții, iar *B* — pentru centrare după dinte.

Tabelul 10.25. **Timpul ajutător pentru comanda mașinii, la prelucrarea danturii cu freză-melc, cu cuțit-roată sau cuțit-cremalieră**

Felul mînuirilor și mișcărilor de comandă		Poziția	Procedeul de danturare, cu:					
			Freză-melc modul			Cuțit-roată sau cuțit-cremalieră		
			Diametrul roții, mm					
			⩽ 350	351—1000	> 1000	⩽ 350	351—1000	> 1000
			Timp, min					
Cuplarea sau decuplarea mișcării principale		1	0,04	0,06	0,08	0,04	0,05	0,06
Cuplarea sau decuplarea avansului de lucru sau a avansului accelerat		2	0,04	0,07	0,10	0,04	0,06	0,08
Schimbarea mărimii avansului sau a vitezei prin:	înlocuirea roților de schimb	3	2,50	4,00	6,00	0,50	0,70	0,90
	manete	4	0,20	0,35	0,50	0,50	0,70	0,90
Deplasarea manuală a mesei mașinii		5	0,20	0,30	0,40	0,15	0,25	0,35
Fixarea sau slăbirea saniei		6	0,20	0,30	0,40		—	—
Montarea și demontarea sculei așchietoare		7	3,00	4,50	6,00	4,00	6,00	10,00
Fixarea sau slăbirea mesei mașinii		8	0,05	0,07	0,10	0,06	0,07	0,09
Reglarea față de dinte a poziției sculei așchietoare după înlocuire		9	1,80	2,50	3,60	2,00	3,00	4,00
Pornirea sau oprirea sistemului de răcire		10		0,04			0,05	

Observație. Timpul pentru măsurări se suprapune cu timpul de mașină.

Tabelul 10.26. **Timpi ajutători la prelucrarea pe mașini de frezat indiferent de tipul roții dințate și a danturii**

A. Prelucrarea cu deplasarea manuală a capului de frezat

Metoda de așezare	Avansul frezei	Poziția	Nr. treceri	Lungimea, mm	Masa piesei, kg, pînă la: Manual 0,5	1	3	5	8	12	20	Dispozitiv de ridicare 30	50	80	120
					Timpul, min										
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pe dorn cu piuliță de fixare	În lungul axei roții	1	1	50	0,72	0,80	0,88	1,00	1,00	—	—	—	—	—	—
		2		100	0,84	0,92	1,02	1,13	1,23	1,33	1,45	3,50	—	—	—
		3		200	—	—	1,24	1,35	1,45	1,55	1,67	3,80	—	—	—
		4		300	—	—	1,53	1,65	1,75	1,85	1,07	4,10	—	—	—
		5	2	100	—	—	—	1,84	1,95	2,05	2,16	4,30	—	—	—
		6		200	—	—	—	2,26	2,37	2,47	2,60	4,70	—	—	—
		7		300	—	—	—	2,85	2,96	3,06	3,20	5,30	—	—	—
	Radial	8	1	—	0,87	0,95	1,05	1,15	1,25	1,35	1,47	3,60	—	—	—
	Tangențial (în lungul axei frezei)	9	1	—	—	—	1,17	1,27	1,37	1,46	1,59	3,70	—	—	—
		10	2	—	—	—	—	1,76	1,86	0,96	2,07	4,20	—	—	—
Pe dorn în consolă	În lungul axei roții	11	1	50	—	—	—	—	—	4,40	5,90	7,40	9,70	12,40	14,90
		12		100	—	—	—	—	—	4,50	6,00	7,50	9,80	12,50	15,00
		13		200	—	—	—	—	—	4,72	6,22	7,70	10,20	12,70	15,20
		14		300	—	—	—	—	—	5,02	6,52	8,00	10,50	13,00	15,50
		15	2	100	—	—	—	—	—	5,22	6,72	8,20	10,70	13,20	15,70
		16		200	—	—	—	—	—	5,62	8,14	8,60	11,10	13,40	16,10
		17		300	—	—	—	—	—	6,22	8,74	9,20	11,70	14,00	16,70
	Radial	18	1	—	—	—	—	—	—	4,53	6,03	7,53	9,83	12,50	15,00
	Tangențial	19	1	—	—	—	—	—	—	4,65	6,15	7,65	9,95	12,10	15,10
		20	2	—	—	—	—	—	—	5,15	6,65	8,15	10,50	12,60	15,60
În consolă	În lungul axei roții	21	1	50	—	—	—	—	—	6,90	8,90	10,90	12,90	15,90	18,90
		22		100	—	—	—	—	—	7,00	9,00	11,00	13,00	16,00	19,00
		23		200	—	—	—	—	—	7,22	9,22	11,20	13,20	16,20	19,20
		24		300	—	—	—	—	—	7,52	9,52	11,52	13,50	16,50	19,50
		25	2	100	—	—	—	—	—	12,00	14,00	16,00	18,00	21,00	24,00
		26		200	—	—	—	—	—	12,40	14,40	16,40	18,40	21,40	24,40
		27		300	—	—	—	—	—	13,00	15,00	17,00	19,00	22,00	25,00
În consolă	Radial	28	1	1	—	—	—	—	—	7,03	9,03	1,00	13,00	16,00	19,00
	Tangențial	29	1	—	—	—	—	—	—	7,15	9,15	11,20	13,20	16,20	19,20
		30	2	—	—	—	—	—	—	7,65	9,65	11,70	13,70	16,70	19,70
Între vîrfuri	În lungul axei roții	31	1	100	0,66	0,73	0,79	0,85	0,88	0,95	—	—	—	—	—
		32		200	—	—	1,00	1,07	1,10	1,17	—	—	—	—	—
		33		300	—	—	—	1,27	1,37	1,47	—	—	—	—	—
		34	2	100	0,95	1,02	1,10	1,20	1,26	1,35	—	—	—	—	—
		35		200	1,37	1,44	1,52	1,62	1,68	1,77	—	—	—	—	—
		36		300	—	—	—	2,21	2,27	2,37	—	—	—	—	—

Tabelul 10.26 (continuare)

B. Prelucrarea cu deplasarea automată a capului de frezat

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pe dorn cu piuliță de fixare	În lungul axei roții	37	1	—	0,64	0,72	0,80	0,92	1,02	1,12	1,24	3,30	—	—	—
		38	2	—	—	—	—	1,38	1,48	1,58	1,78	3,80	—	—	—
	Tangențial	39	1	—	0,90	1,00	1,06	1,15	1,19	1,23	1,27	3,70	—	—	—
		40	2	—	1,30	1,40	1,50	1,60	1,65	1,70	1,80	4,20	—	—	—
Pe dorn în consolă	În lungul axei roții	41	1	—	—	—	—	—	—	4,30	5,80	7,30	9,60	12,30	14,80
		42	2	—	—	—	—	—	—	4,76	6,26	7,70	10,20	12,70	15,20
	Radial	43	—	—	—	—	—	—	—	4,00	5,50	7,00	9,30	12,00	14,50
	Tangențial	44	1	—	—	—	—	—	—	4,60	6,00	7,50	9,80	12,00	15,00
		45	2	—	—	—	—	—	—	5,00	6,50	8,00	10,40	12,50	15,50
În consolă	În lungul axei roții	46	1	—	—	—	—	—	—	6,80	8,80	10,80	12,80	15,80	18,80
		47	2	—	—	—	—	—	—	11,50	13,50	15,50	17,50	20,50	23,50
	Radial	48	1	—	—	—	—	—	—	6,50	8,50	10,50	12,50	15,50	18,50
Între vîrfuri	Tangențial	49	1	—	—	—	—	—	—	7,00	9,00	11,00	13,00	16,00	19,00
		50	2	—	—	—	—	—	—	7,50	9,50	11,50	13,50	16,50	19,50
	În lungul axei roții	51	1	—	0,46	0,53	0,59	0,65	0,68	0,75	—	—	—	—	—
		52	2	—	—	—	—	0,75	0,81	0,90	—	—	—	—	—

Tabelul 10.27. **Timpi ajutători pentru prelucrarea roților dințate conice cu dinți drepți prin rabotare**

Metoda de așezare a piesei			Poziția	Nr. treceri	Masa piesei, kg, pînă la: 1	3	5	8	12	20
					Timpul, min					
Pe dorn cu fixare: Piuliță cu șaibă	Rapid schimbabilă	La alegere	1	1	0,58	0,64	0,70	0,78	0,88	0,98
			2	2	0,70	0,76	0,82	0,90	1,00	1,10
	Simplă		3	1	0,80	0,85	0,92	1,00	1,10	1,20
			4	2	0,92	0,95	1,04	1,12	1,22	1,32
Hidroplast cu ajutorul șurubului			5	1	0,60	0,66	0,73	0,82	0,94	1,06
			6	2	0,72	0,78	0,85	0,94	1,06	1,18
Piuliță cu șaibă	Rapid schimbabilă	Cu suprapunerea profilului piesei și sculei	7	1	0,90	1,00	1,10	1,24	1,38	1,52
	Simplă		8	1	1,12	1,21	1,32	1,46	1,60	1,74
Hidroplast cu ajutorul șurubului			9	1	0,92	1,02	1,13	1,28	1,44	1,60
În mandrină cu bucșă elastică		La alegere	10	1	0,52	0,58	0,68	—	—	—
		Cu suprapunerea profilului piesei și sculei	11	1	0,82	0,92	1,06	—	—	—

Tabelul 10.28. **Timpi ajutători pentru prelucrarea danturii roților dințate conice cu dinți curbi, prin frezare**

Metoda de așezare				Poziția	Masa piesei, kg, pînă la: 1	3	5	8	12	20
					Timpul, min					
Pe dorn cu fixare	Piuliță cu șaibă	rapid schimbabilă	La alegere	1	0,58	0,65	0,70	0,78	0,88	0,98
		simplă		2	0,80	0,85	0,92	1,00	1,10	1,20
	Hidroplast cu ajutorul șurubului			3	0,60	0,66	0,73	0,82	0,94	1,06
	Piuliță cu șaibă	rapid schimbabilă	Cu suprapunerea profilului piesei și sculei	4	0,90	1,00	1,10	1,24	1,38	1,52
		simplă		5	1,12	1,21	1,32	1,46	1,60	1,74
	Hidroplast cu ajutorul șurubului			6	0,92	1,02	1,13	1,28	1,44	1,60
În mandrină cu bucșă elastică			La alegere	7	0,52	0,58	0,68	—	—	—
			Cu suprapunerea profilului piesei și sculei	8	0,83	0,92	1,06	—	—	—

10.2.5. Determinarea timpilor de deservire și de odihnă și necesități fiziologice

În tabelul 10.29 sînt prezentați timpii de deservire tehnică, deservire organizatorică și de odihnă și necesități fiziologice pentru prelucararea danturii cu freză-melc modul, cu cuțit-roată de mortezat sau cu cuțit-cremalieră.

Tabelul 10.29. **Timpi de deservire tehnică, organizatorică, de odihnă și necesități fiziologice la prelucrarea danturii cu freză-melc, cuțit-roată sau cuțit-cremalieră de mortezat, pentru oricare diametru al roții dințate prelucrate**

Caracterul timpului	Poziția	Procedeul de danturare cu: Freza-melc modul	Cuțit-roată sau cuțit-cremalieră
Timp de deservire tehnică, în % din timpul de bază	1	2,5	2,5
Timp de deservire organizatorică, în % din timpul efectiv	2	1,0	0,7
Timp de odihnă și necesități fiziologice, în % din timpul efectiv	3	3,0	3,0

Există și indicația generală ca timpii de deservire tehnică și organizatorică, precum și timpul de odihnă și necesități fiziologice, să se ia 8,0% din timpul efectiv, indiferent de tipul mașinii de danturat sau de metoda de danturare.

10.3. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp la prelucrarea danturii roților dințate

Să se determine norma tehnică de timp pentru frezarea cu freză-melc modul a unei roți dințate cilindrice cu dinți drepți, din OLC 45, cu $m = 3$ mm, $z = 45$ dinți și lățimea de 50 mm.

Norma de timp se determină cu relația (10.1).

Din tabelul 10.1 timpul de pregătire-încheiere, în funcție de condițiile prelucrării, va fi:

— prinderea piesei pe dron și în consolă . . . . . 19 min
— primirea și predarea documentației tehnice . . . . . 10 min
— reglarea mașinii pentru tăierea danturii drepte . . . 4 min
— montarea și demontarea dornului portfreză . . . . . 2,5 min
— montarea și demontarea sculei . . . . . 7,5 min

$T_{pi} =$ 43,0 min

Se presupune că se lucrează un lot de 100 bucăți.

Timpul de bază se determină cu relația (10.3), în care:

$l = 50$ mm; $z = 45$; $i = 1$. Lungimea l_1 se calculează cu relația (10.11), $l_1 = \sqrt{h(D-h)} + 3$ în care: $D = D_p + 2m = mz + 2m = 141$ mm; $h = m + 1{,}2\,m = 6{,}6$ mm. Rezultă $l_1 = \sqrt{6{,}6(141-6{,}6)} + 3 = 32{,}79$ mm.

Din tabelul 10.7 se alege avansul pentru frezarea de degroșare, care, pentru OLC 45 și pentru mașini de grupa I (modul < 6 mm), va fi $s = 2$ mm/rot.

Turația frezei se calculează cu relația (10.15) în, care viteza periferică a piesei se determină cu relația

$$v_p = \frac{312}{T^{0,33} \cdot s^{0,5}} = \frac{312}{6{,}1 \cdot 1{,}41} = 36 \text{ m/min.}$$

Din STAS 3092-57 se alege freza melc cu $D_e = 90$ mm.
În aceste condiții rezultă că

$$n_f = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D_e} = \frac{1000 \cdot 36}{\pi \cdot 90} = 127 \text{ rot/min.}$$

Timpul de bază pentru degroșare va fi

$$t_{bd} = \frac{(50 + 32{,}79).45}{2.127} = 14{,}66 \text{ min.}$$

Pentru frezarea de finisare se folosește aceeași relație pentru timpul de bază în care avansul, din tabelul 10.8, se alege $s = 1$ mm/rot.

Viteza piesei va fi

$$v_p = \frac{560 \cdot m^{0,5}}{T^{0,5} \cdot s^{0,85}} = \frac{560 \cdot 3^{0,5}}{240^{0,5} \cdot 1^{0,85}} = 62 \text{ m/min.}$$

Turația frezei este

$$n_f = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot D_e} = \frac{1000 \cdot 62}{\pi \cdot 90} = 218 \text{ rot/min.}$$

Timpul de bază pentru finisare va fi

$$t_{bf} = \frac{(50+32{,}79)\cdot 45}{218} = 17{,}04 \text{ min.}$$

Timpul de bază total va fi

$$t_b = t_{ba} + t_{bf} = 14{,}66 + 17{,}04 = 31{,}7 \text{ min.}$$

Din tabelul 10.21 se determină timpul ajutător pentru prinderea şi desprinderea piesei corespunzător poziţiei 3 pentru piese şi dorn cu masa pînă la 10 kg, $t_{a1} = 2{,}4$ minute.

Din tabelul 10.25 se stabileşte timpul pentru comanda maşinii, corespunzător rubricii „a", astfel:

— cuplarea sau decuplarea mişcării principale 0,04
— schimbarea avansului prin înlocuirea roţilor 2,50
— deplasarea manuală a mesei maşinii 0,20
— montarea şi demontarea sculei 3,00
— reglarea faţă de dinte a poziţiei sculei după înlocuire . . 1,80

$t_{a2} = 7{,}54$ min.

Timpul ajutător va fi

$$t_a = t_{a1} + t_{a2} = 2{,}4 \quad 7{,}54 = 9{,}94 \approx 10 \text{ min.}$$

Din tabelul 10.29 se stabilesc coeficienţii pentru timpii de deservire şi odihnă, astfel:

— timpul pentru deservire tehnică:

$$t_{dt} = \frac{2{,}5\cdot 31{,}7}{100} = 0{,}8 \text{ min;}$$

— timpul pentru deservire organizatorică:

$$t_{do} = (31{,}7 + 10)/100 = 0{,}42 \text{ min;}$$

— timpul de odihnă şi necesităţi fiziologice:

$$t_{on} = 3(31{,}7 + 10)/100 = 1{,}25 \text{ min.}$$

Aplicînd relaţia (10.1) se determină norma de timp pe bucată

$$N_t = \frac{43}{100} + 31{,}7 + 10 + 0{,}8 + 0{,}42 + 1{,}24 = 44{,}6 \text{ min.}$$

Pentru prelucrarea întregului lot (100 bucăţi):

$$N_{lot} = 100\cdot N_t = 100\cdot 44{,}60 = 4460 \text{ min.}$$

Capitolul 11

NORMAREA LUCRĂRILOR DE BROȘARE

11.1. Introducere

Broșarea reprezintă prelucrarea mecanică prin așchiere, executată cu broșe care efectuează, în cîte o singură trecere, o mișcare rectilinie, circulară sau elicoidală, piesa rămînînd în general imobilă (STAS 5456-60).

Broșarea se poate aplica ca procedeu de lucru la prelucrarea suprafețelor interioare (fig. 11.1) sau la prelucrarea suprafețelor exterioare (fig. 11.2).

Broșarea se poate executa prin tragere (broșare normală), cînd broșa este solicitată la întindere, sau prin împingere (presare), cînd broșa este solicitată la compresiune.

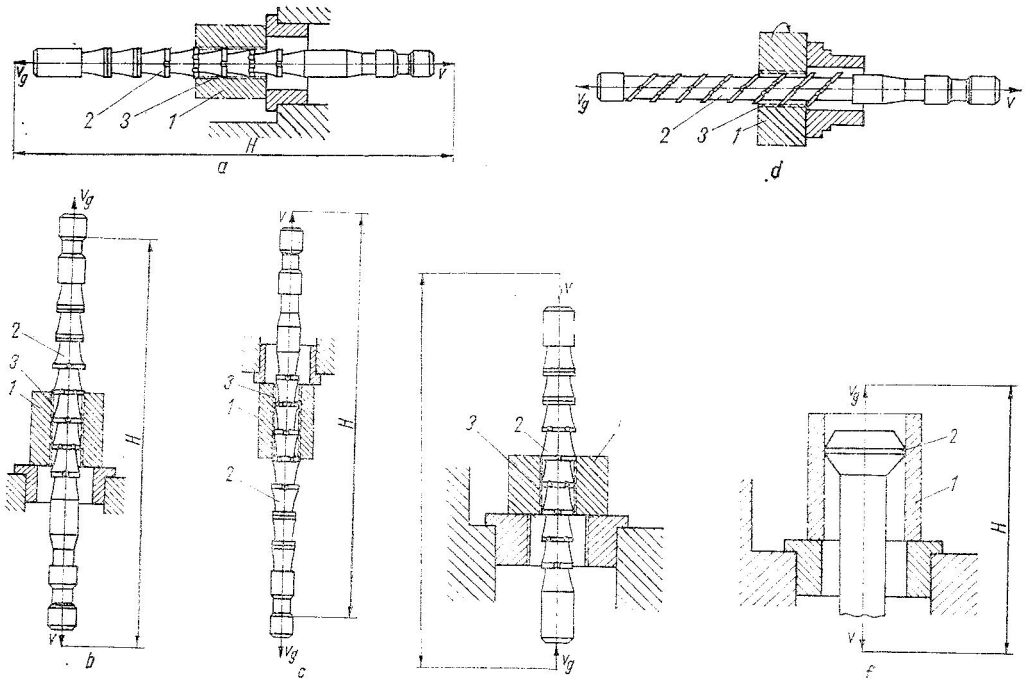


Fig. 11.1. Broșarea suprafețelor interioare fără fixarea semifabricatului:
1 — semifabricat; *2* — broșă; *3* — adaos de prelucrare; *H* — lungimea cursei de lucru executată de broșă sau semifabricat; *v* — direcția vitezei de lucru; v_g — direcția vitezei cursei în gol; *a* — broșarea orizontală prin tragere; *b* — broșarea verticală prin tragere de sus în jos; *c* — broșarea verticală prin tragere de jos în sus; *d* — broșare orizontală cu broșă elicoidală; *e* — broșare verticală prin împingere; *f* — calibrare

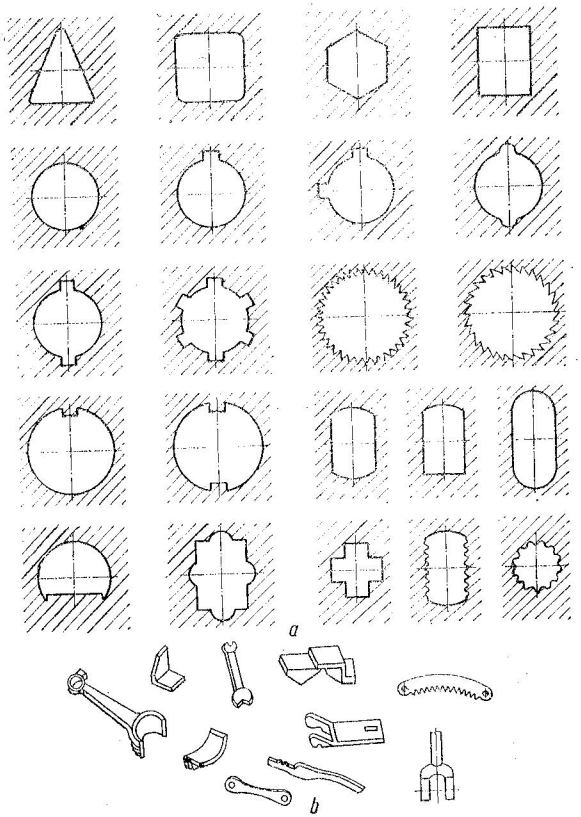


Fig. 11.3. Forme ale suprafețelor obținute prin broșare : *a* — interioare ; *b* — exterioare.

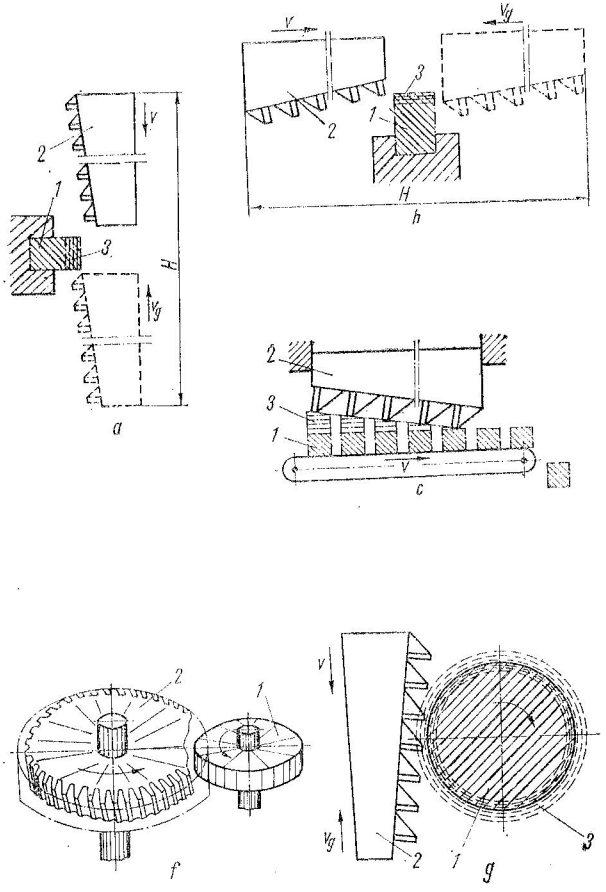


Fig. 11.2. Broșarea suprafețelor exterioare cu fixarea semifabricatului

1 — semifabricat ; *2* — broșă ; *3* — adaos de prelucrare ; *H* — lungimea cursei de lucru executată de broșă sau semifabricat ; *v* — direcția vitezei de lucru ; v_g — direcția vitezei cursei în gol ; *a* — broșare plană verticală ; *b* — broșare plană orizontală ; *c* — broșare plană continuă ; *d* — broșarea roților dințate conice ; *e* — broșare frontală ; *f* — broșarea verticală a suprafețelor cilindrice ; *g* — broșare orizontală a suprafețelor cilindrice ; *h* — broșarea danturii roților dințate cilindrice.

După felul prelucrării, broșarea poate fi de degroșare, finisare sau calibrare.

Suprafețele obținute prin broșare pot avea secțiuni transversale de diferite forme (fig. 11.3).

Ca metodă de prelucrare mecanică, broșarea este în continuă extindere, datorită avantajelor pe care le prezintă în comparație cu alte metode de prelucrare mecanică:

— productivitate ridicată, de 3...12 ori mai mare decît prelucrarea mecanică prin frezare, rabotare, mortezare etc.;

— precizie de prelucrare ridicată, care depinde în special de precizia de execuție a broșei;

— calitate bună a suprafețelor prelucrate, care poate ajunge, la broșarea de calibrare, pînă la $R_a = 0{,}1...0{,}2$ μm;

— simplitate a procesului tehnologic de prelucrare mecanică;

— durabilitate ridicată a sculelor așchietoare, ca urmare a timpului redus de contact a tăișului sculei așchietoare cu materialul de prelucrat și a vitezei de așchiere mici;

— lipsa avansului de lucru ca mișcare separată în procesul de generare a suprafețelor prelucrate.

11.2. Norma tehnică de timp la prelucrarea prin broșare

Norma tehnică de timp pe bucată, în cazul broșării, se determină cu relația

$$N_t = T_{pi}/n + t_b + t_a + t_d + t_{on}, \qquad (11.1)$$

în care definirea elementelor componente s-a făcut în cap. 3.

11.2.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere

Timpul de pregătire-încheiere se determină în funcție de tipul mașinii și de masa pieselor de broșat, conform datelor din tabelul 11.1.

Tabelul 11.1. **Timpul de pregătire-încheiere, T_{pi}, min, la broșarea pe mașini verticale și orizontale de broșat**

Timpul de pregătire-încheiere T_{pi}, min	Mașini verticale și orizontale de broșat				
	Masa piesei, kg, pînă la:				
Conținutul lucrării	3	10	25	80	> 80
	Timpul, T, min				
Primirea comenzii, a documentației tehnice și a SDV-urilor. Pregătirea locului de muncă. Instalarea și reglarea SDV-urilor la condițiile de lucru. Reglarea parametrilor regimului de lucru. Demontarea și curțirea SDV-urilor la sfîrșitul prelucrării mecanice a lotului de semifabricate. Predarea documentației tehnice și a SDV-urilor la sfîrșitul prelucrării mecanice	9,0	11,0	14,0	19,0	24,0

11.2.2. Determinarea timpului de bază

Timpul de bază la broşare se determină cu relaţia

$$t_b = \frac{H \cdot k}{1000 \cdot v \cdot q} \text{ [min], în care:} \qquad (11.2)$$

H este lungimea cursei de lucru, mm (fig. 11.1 şi 11.2);
k — coeficient dependent de raportul dintre viteza cursei de lucru şi viteza cursei de mers în gol;
v — viteza cursei de lucru, m/min;
q — numărul de piese broşate simultan.
Lungimea cursei de lucru H este dată de relaţia

$$H = l_b + l_p + l_d \text{ [mm], în care:} \qquad (11.3)$$

l_b este lungimea utilă a broşei, mm;
l_p — lungima suprafeţei de broşat, mm;
l_d = 30...50 mm — lungimea de depăşire a sculei aşchietoare.
Coeficientul k este dat de relaţia

$$k = 1 + v/v_g, \qquad (11.4)$$

în care: v este viteza cursei de lucru, m/min, iar v_g — viteza cursei de mers în gol, m/min.

Pentru maşini de broşat cu un singur plunjer, fără viteză rapidă a cursei de întoarcere, $k = 2$ şi pentru maşini de broşat cu două plunjere, cu acţiune continuă, $k = 1$.

11.2.3. Elemente ale regimului de aşchiere

Determinarea regimului de aşchiere la broşare, presupune stabilirea avansului pe dinte şi a vitezei de aşchiere. De asemenea, pentru calculul puterii necesare la broşare, se determină şi forţa de aşchiere.

a. Avansul pe dinte s_d reprezintă grosimea stratului de metal îndepărtat de un dinte şi este determinat de diferenţa în înălţime a doi dinţi succesivi ai broşei. Valoarea avansului pe dinte se stabileşte anterior proiectării broşei şi depinde de procesul de broşare şi de proprietăţile fizico-mecanice ale materialului de prelucrat (tabelele 11.2...11.4).

b. Viteza de aşchiere la broşare depinde de proprietăţile fizico-mecanice ale materialului de prelucrat, materialul dinţilor broşei, profilul suprafeţei prelucrate, precizia dimensiunilor suprafeţei prelucrate şi calitatea prescrisă suprafeţelor prelucrate.

Viteza de aşchiere la broşare se alege din tabelul 11.5, corespunzător grupelor de viteze stabilite (în funcţie de materialul de prelucrat) date în tabelul 11.6.

Tabelul 11.2. **Avansul pe dinte, s_d, mm, pentru dinții de degroșare ai broșei, la broșarea exterioară**

Tipul broșei	Schema de așchiere	Materialul prelucrat			
		Oțel cu $\sigma_r < 50$ și $\sigma_r > 90 \frac{dN}{mm^2}$	Oțel cu $\sigma_r = 50...90$ daN/mm²	Fontă cenușie, fontă maleabilă și bronz	Aluminiu
Plană, unghiulară, sau pentru canale	După profil	<0,10	<0,12	0,05—0,20	0,03—0,20
	Prin generare	0,10—0,20	0,15—0,50	0,30—0,80	<0,30
	Progresivă	0,20—0,30	0,20—0,60	0,40—0,80	<0,80
Cilindrică sau profilată	După profil	<0,08	<0,10	0,05—0,15	0,03—0,10
	Prin generare	0,05—0,10	0,10—0,20	0,15—0,30	<0,15
	Progresivă	0,10—0,15	0,15—0,30	0,20—0,40	<0,30

Observație. Avansul pentru dinții de finisare se ia de pînă la 60% din valorile recomandate pentru dinții de degroșare

Tabelul 11.3. **Avansul pe dinte, s_d, mm, pentru broșe care așchiază după profil sau prin generare**

Tipul suprafețelor broșate	Materialul prelucrat			
	Oțel	Fontă	Aluminiu	Bronz și alamă
Găuri rotunde	0,015—0,04	0,03—0,10	0,02—0,05	0,05—0,12
Găuri pătrate și hexagonale	0,015—0,08	0,08—0,15	0,02—0,10	0,05—0,20
Caneluri dreptunghiulare	0,05 —0,08	0,04—0,10	0,02—0,10	0,05—0,120
Caneluri în evolventă și triunghiulare	0,03 —0,10	0,04—0,08	—	—
Canale de pană	0,05 —0,20	0,06—0,20	0,05—0,08	0,08—0,20

Observație. Valorile mai mici ale avansurilor se folosesc în cazul unor condiții mai ridicate privitoare la calitatea suprafeței și precizia dimensiunilor și pentru piese cu rigiditate mică.

Tabelul 11.4. **Avansul pe dinte, s_d, mm, pentru broșarea aliajelor refractare și aliajelor de titan**

Materialul prelucrat	Materialul părții așchietoare	Felul broșării	
		Prealabilă	Finală
Aliaj refractar	Oțel rapid	0,03—0,03	0,04—0,08
Aliaje de titan	Oțel rapid	0,06—0,10	0,02—0,06
	Aliaj dur K 40	0,07—0,12	0,03—0,07

Observație. Avansurile pe dinte recomandate asigură rugozitatea suprafeței $R_a = 1{,}6 \ldots 0{,}8$ μm

Viteza de așchiere aleasă din tabelul 11.5 se compară cu viteza de așchiere admisă de puterea motorului mașinii-unelte, determinată cu relația

$$v_a = 6120 \cdot (N/P_z) \cdot \eta, \quad \text{în care} \tag{11.5}$$

N este puterea motorului, kW;
P_z — forța de așchiere la broșare, daN;
η — randamentul mașinii-unelte.

De asemenea, viteza de așchiere se compară cu vitezele limită ale saniei în cursa de lucru, ale căror valori sînt date în cartea mașinii-unelte. În final,

Tabelul 11.5. **Viteza de așchiere la broșare, v, m/min**

Grupa de viteze	Găuri cilindrice		Găuri canelate		Suprafețe exterioare și canale de pană		Toate tipurile de broșare
	$Ra = 3{,}2$ sau treapta 6 de precizie	$Ra = 6{,}3$ —12,5 sau treapta 9 de precizie	$Ra = 3{,}2$ sau treapta 6 de precizie	$Ra = 6{,}3$ —12,5 sau treapta 9 de precizie	$Ra = 3{,}2$ și toleranța 0,03 —0,05 mm	$Ra = 6{,}3$—12,5 sau toleranța peste 0,05 mm	$Ra = 1{,}6$—0,8
I	6—4	8—5	5—4	8—5	7—4	10—5	4—2,5
II	5—3,5	7—5	4,5—3,5	7—5	6—4	8—6	3—2
III	4—3	6—4	3,5—3	6—4	5—3,5	7—5	2,5—2
IV	3—2,5	4—3	2,5—2	4	3,5—2	4	2

Observații. **1.** Grupa de viteze la broșare se stabilește în funcție de materialul de prelucrat, după tabelul 11.6. **2.** Valorile mari ale vitezelor de așchiere se vor lua pentru broșarea cu broșe din oțel rapid, iar valorile mici pentru broșe din oțel MCW 14, STAS 3611-66. Oțelul MCW 14 se recomandă pentru broșele destinate broșării pieselor din aliaje neferoase. **3.** Mărirea preciziei de prelucrare și îmbunătățirea calității suprafeței pot fi obținute prin micșorarea vitezei de așchiere pînă la 1,5 m/min. **4.** Rugozitatea $Ra = 1{,}6$ și $Ra = 0{,}8$ se obține la vitezele recomandate din tabel cu condiția ca broșa să aibă dinții de finisare și dinții de calibrare ascuțiți deosebit de îngrijit. **5.** La broșarea aliajelor ușoare se poate lua $v = 4 \ldots 14$ m/min.

Tabelul 11.6 **Grupele de viteze la broșare**

Duritatea *HB*	Materialul prelucrat														
	Oțeluri carbon și oțeluri aliate													Fontă	
	Oțel carbon și oțel pentru automate	Oțel Mn și Cr—V	Oțel crom	Oțel Cr—Mo	Oțel Cr—Si și Si—Mn	Oțel Cr—Mn	Oțel Cr—Si —Mn	Oțeă cu nichel	Oțel Cr—Ni	Oțel Cr—Mn —Mo	Oțel Ni—Mo	Oțel Cr— Mn —Ti	Oțel Cr—Ni —Mo	Cenușie	Malea-bilă
< 156	*IV*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*I*
156...187	*III*	*III*	*II*	*II*	—	*II*	—	—	*III*	—	—	—	—	*I*	*I*
187...197	*II*	*II*	*I*	*II*	—	*I*	—	*IV*	*II*	—	*III*	—	—	*II*	*I*
197...229	*I*	*II*	*I*	*II*	*II*	*I*	*II*	*III*	*II*	*I*	*III*	*II*	—	*II*	—
229...269	*I*	*II*	*II*	*III*	*III*	*II*	*II*	*II*	*II*	*II*	*II*	*II*	*III*	*II*	—
269...321	*II*	*III*	*III*	*III*	*IV*	*III*	*III*	—	*III*	*III*	*III*	—	*IV*	—	—

se alege ca viteză de așchiere valoarea minimă a celor trei viteze : după tabel după putere și după viteza saniei.

c. Forța de așchiere la broșare se poate determina pe baza datelor din tabelul 11.7.

Viteza de așchiere stabilită pe baza metodologiei prezentată mai înainte se va lua în considerare la determinarea timpului de bază cu relația (11.2).

11.2.4. Determinarea timpilor ajutători

La determinarea normei tehnice de timp pentru broșare intervin următorii timpi ajutători : timpul t_{a1} de prindere-desprindere a sculei, în cazul broșării fără fixarea semifabricatului; timpul t_{a1} de prindere-desprindere a piesei și sculei, în cazul broșării cu fixarea semifabricatului; timpul t_{a2} de comandă a mașinii-unelte și timpul t_{a5} pentru măsurări de control. În cazul broșării, timpul t_{a3} pentru luarea așchiilor de probă nu intervine, deoarece broșarea se face fie cu broșe dimensionale, fie cu reglarea prealabilă a broșelor la dimen-

Tabelul 11.7. **Forța de așchiere pe 1 mm lungime a tăișului dintelui broșei F, daN/mm**

Avansul pe dintre s_d, mm	Materialul de prelucrat								
	Oțel carbon			Oțel aliat			Fontă		
	$HB \leq 197$	HB 198–229	$HB > 229$	$HB \leq 197$	HB 198–229	$HB > 229$	cenușie $HB \leq 180$	cenușie $HB > 180$	maleabilă
0,01	6,5	7,1	8,5	7,6	8,5	9,1	5,5	7,5	6,3
0,02	9,5	10,5	12,5	12,6	13,6	15,8	8,1	8,9	7,3
0,03	12,3	13,6	16,1	15,7	16,9	18,6	10,4	11,6	9,4
0,04	14,3	15,8	18,7	18,4	19,8	21,8	12,1	13,4	10,9
0,06	17,7	19,5	23,2	23,8	25,5	28,2	15,1	16,6	13,4
0,08	21,3	23,5	28,0	28,0	30,2	33,5	18,0	20,0	16,4
0,10	24,7	27,3	32,5	32,8	35,4	39,0	20,7	23,6	19,2
0,12	28,5	31,5	37,5	37,8	40,7	45,0	24,3	26,8	22,0
0,14	32,4	35,7	42,5	42,3	45,7	50,5	27,3	30,3	25,0
0,16	36,0	39,8	47,2	47,1	51,0	56,0	30,5	33,6	27,6
0,18	39,5	43,6	52,0	52,5	56,5	62,5	33,4	37,0	30,2
0,20	42,7	47,3	56,2	57,6	62,0	68,5	36,0	40,2	32,6
0,22	45,6	50,3	60,0	62,0	66,7	73,8	38,5	42,7	34,9
0,25	49,5	54,5	65,0	68,0	73,0	81,0	42,1	46,5	37,6
0,30	56,4	61,5	73,0	78,5	84,5	93,3	47,6	52,2	43,1

Observație. Pentru determinarea forței de așchiere din acest tabel, grupa de duritate a materialului de prelucrat se alege pentru limita superioară a durității date pentru piesa considerată.

siunea de lucru. De asemenea, timpul t_{a4} pentru evacuarea așchiilor nu intervine la broșare.

La însumarea timpilor ajutători, pentru determinarea normei tehnice de timp pe bucată, se va avea în vedere faptul că unele elemente ale acestora se suprapun cu timpul de bază, cum ar fi timpul consumat pentru curățirea broșelor de așchii, timpul pentru deschiderea și închiderea sistemului de ungere-răcire, timpul de control etc.

În tabelul 11.8 se prezintă timpul ajutător t_{a1} pentru prinderea și desprinderea broșei la broșarea alezajelor pe mașini orizontale de broșat, fără fixarea semifabricatelor.

Tabelul 11.8. **Timpul, t_{a1}, de prindere-desprindere a broșei la broșarea alezajelor fără fixarea semifabricatului pe mașini orizontale de broșat**

Poz.	D broșă mm, până la:	Masa semifabricatului, kg, până la:																	
		0,5		1		3		5		8		15		25		40		> 40	
		Modul de fixare al broșei																	
		M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P
		Timpul, min																	
1	40	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,18	0,19	—	—	—	—	—	—	—	—
2	60	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,15	0,16	0,17	0,19	0,20	0,24	0,25	—	—	—	—	—	—
3	80	0,11	0,12	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,27	0,28	0,32	0,33	—	—	—	—
4	80	—	—	—	—	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,24	0,30	0,31	0,35	0,36	0,40	—	0,40	—

Observație. Valorile timpilor din tabel presupun efectuarea următoarelor mînuiri de către lucrător: *a*) luarea semifabricatului din stelaj sau transportor, de la o distanță sub 1,5 m; *b*) fixarea broșei în mandrină (M) sau cu pană (P); *c*) depunerea piesei în stelaj sau pe transportor; *d*) desprinderea broșei.

În tabelul 11.9 se prezintă timpul ajutător t_{a1} pentru prinderea şi desprinderea pieselor şi broşelor în cazul broşării interioare şi exterioare pe maşini verticale de broşat, iar în tabelul 11.10 se prezintă timpul ajutător t_{a1} pentru prinderea şi desprinderea pieselor şi broşelor în cazul broşării interioare pe maşini orizontale de broşat, cînd broşarea se face cu fixarea semifabricatelor.

Tabelul 11.9. **Timpul t_{a1}, de prindere-desprindere a broşei şi semifabricatului la broşarea interioară şi exterioară cu fixarea semifabricatului pe maşini verticale de broşat**

Poz.	Modul de aşezare a semifabricatului	Modul de fixare	Masa piesei, kg, pînă la: 0,5	1,0	3,0	5,0	8,0	15	25	40	> 40
			Timpul, min								
1	Pe o suprafaţă plană	1	0,060	0,070	0,080	0,095	0,105	0,120	0,140	0,160	1,190
		2	0,065	0,075	0,085	0,100	0,110	0,125	0,145	0,165	0,195
		3	0,060	0,070	0,080	0,090	0,100	0,115	0,130	0,150	0,180
		4	0,065	0,075	0,085	0,095	0,105	0,120	0,135	0,155	0,185
2	Pe prismă sau în mandrină	1	0,060	0,070	0,085	0,100	0,110	0,125	0,150	0,190	0,220
		2	0,065	0,075	0,090	0,105	0,115	0,130	0,155	0,195	0,225
		3	0,060	0,070	0,085	0,095	0,105	0,120	0,140	0,180	0,210
		4	0,065	0,075	0,090	0,100	0,110	0,125	0,145	0,185	0,215
3	Pe o suprafaţă plană şi bolţuri	1	0,070	0,080	0,095	0,110	0,125	0,145	0,190	0,220	0,250
		2	0,075	0,085	0,100	0,115	0,130	0,150	0,195	0,225	0,255
		3	0,070	0,080	0,095	0,105	0,120	0,140	0,180	0,210	0,240
		4	0,075	0,085	0,100	0,110	0,125	0,145	0,185	0,215	0,245
4	Pe o suprafaţă plană şi prismă	1	0,065	0,075	0,090	0,110	0,120	0,135	0,180	0,220	0,240
		2	0,070	0,080	0,095	0,115	0,125	0,140	0,185	0,225	0,245
		3	0,065	0,075	0,090	0,105	0,115	0,130	0,170	0,210	0,230
		4	0,070	0,080	0,095	0,110	0,120	0,135	0,175	0,215	0,235

Observaţii. **1.** Valorile timpilor din tabel presupun efectuarea următoarelor minuiri de către lucrători: *a*) luarea semifabricatului din stelaj sau transportor şi aşezarea lui în dispozitiv; *b*) fixarea semifabricatului; *c*) desprinderea piesei; *d*) depunerea piesei în stelaj sau pe transportor. **2.** Modul de fixare (coloana 3) se referă la: *1* — cu pîrghie cu excentric; *2* — cu pîrghie basculantă şi excentric; *3* — cu pîrghie acţionată pneumatic; *4* — cu pîrghie acţionată hiraulic.

Tabelul 11.10. **Timpul, t_{a1}, de prindere-desprindere a semifabricatului la broşarea interioară a canalelor şi canelurilor pe maşini orizontale de broşat**

Poz.	Metoda de instalare a semifabricatului	Masa piesei, kg, pînă la: 0,5	1,0	3,0	5,0	8,0	15	25	40	> 40
		Timpul, t_{a1}, min								
1	Pe un bolţ	0,06	0,075	0,090	0,10	0,11	0,135	0,20	0,25	0,32
2	Pe două bolţuri	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,17	0,25	0,30	0,38
3	Pe un bolţ şi prismă	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,15	0,225	0,27	0,35

Observaţie. Timpul de curăţire de aşchii a broşei şi dispozitivului se suprapune cu timpul de bază

În tabelul 11.11 se prezintă timpul ajutător t_{a2} de comandă a mașinii-unelte.

În tabelul 11.12 se prezintă timpul ajutător t_{a5} pentru controlul calității prelucrării mecanice.

Tabelul 11.11. **Timpul, t_{a2}, pentru comanda mișcărilor de lucru la mașinile de broșat orizontal și verticale**

Poz.	Denumirea comenzii	Metoda de cuplare a comenzii	Timpul t_{a1}, min
1	Cuplarea și decuplarea mișcării de lucru a pistonului glisierei	Cu manetă Cu roată de manevră (manivelă) Cu pedală	0,020 0,015 0,018
2	Cuplarea și decuplarea mișcării mesei	Cu buton Cu roată de manevră (manivelă)	0,015 0,020
3	Fixarea adaosului plan sub broșă	Cu manetă	0,020
4	Scoaterea adaosului plan de sub broșă	Cu manetă	0,020
5	Instalarea dispozitivului de ghidare	Cu roată de manevră (manivelă)	0,020
6	Scoaterea dispozitivului de ghidare	Cu roată de manevră (manivelă)	0,020
7	Cuplarea și decuplarea sistemului de ungere-răcire	Cu rotire la 90° Cu rotire mai mică de 90°	0,03 0,02

Observație. Timpul de la poz. 7 nu se include în norma tehnică de timp pe bucată, deoarece se suprapune pe timpul de bază.

Tabelul 11.12. **Timpul t_{a5}, pentru măsurători de control după broșare, pe mașini de broșat**

Poz.	Diametrul de măsurat mm, pînă la:	Metode de măsurare					
		Cu calibre cilindrice duble, cu precizie de măsurare, mm.		Cu calibre duble pentru alezaje cu caneluri	Cu calibre tampon plate	Cu șablon, în unul sau în primul punct	Calibre tampon netede pentru alezaje cu caneluri
		⩽ 0,05	> 0,05				
		Timpul t_{a5} min					
1	10	0,09	0,07	0,18	0,125	0,06	—
2	25	0,11	0,08	0,20	0,15	0,06	0,05
3	50	0,13	0,09	0,25	0,18	0,062	0,06
4	100	0,165	0,11	0,31	0,24	0,065	0,08
5	150	0,20	0,13	0,38	0,27	0,075	—
6	>150	0,22	0,15	0,45	0,30	—	—

Observații. **1.** La controlul cu șabloane în mai multe puncte, pentru fiecare punct de măsurare în afară de primul, se adaugă 0,035 min. **2.** Întrucît controlul se face prin sondaj, la stabilirea normei tehnice de timp pe bucată, timpul normat în tabel se va înmulți cu coeficientul 0,1. **3.** Dacă timpul de măsurare se suprapune pe timpul de bază, se va neglija complet la determinarea normei tehnice de timp pe bucată.

Întrucît broşarea se face cu scule dimensionale sau cu reglarea prealabilă a sculelor la dimensiunea de lucru, la determinarea timpului t_{a5}, pentru norma tehnică de timp, se are în vedere faptul că controlul pieselor se face prin sondaj de 1 : 10...1 : 25. De aceea, timpul de măsurare luat din tabelul 11.12 se înmulţeşte cu un coeficient $K_m = 0{,}1$.

11.2.5. Determinarea timpului de deservire

În cazul broşării, se determină suma timpilor de deservire tehnică a utilajului cu timpul de deservire organizatorică a locului de muncă, procentual din timpul efectiv, conform relaţiei

$$t_d = (t_b + t_a)k_d/100 \quad [\text{min}]. \tag{11.6}$$

în care coeficientul k_d se alege valoric din tabelul 11.13.

Tabelul 11.13. **Timpul de deservire tehnică şi organizatorică, procentual din timpul efectiv, la broşarea pe maşini orizontale şi verticale de broşat**

Poz.	Grupa utilajului	Masa piesei, kg, pînă la:	
		25	>25
		Valoarea coeficientului, k_d	
1	Maşini de broşat cu o poziţie de lucru	3	3,5
2	Maşini de broşat cu două poziţii de lucru	4	4,5

11.2.6. Determinarea timpului de odihnă şi necesităţi fiziologice

Timpul de odihnă şi necesităţi fiziologice se determină procentual din timpul efectiv, cu relaţia

$$t_{on} = (t_b + t_a)\ k_{on}/100 \quad [\text{min}], \tag{11.7}$$

în care k_{on} se alege valoric din tabelul 11.14, în funcţie de coeficientul de ocupare a lucrătorului k_0 şi masa semifabricatului.

Tabelul 11.14. **Timpul de odihnă şi necesităţi fiziologice, în procente din timpul efectiv, la broşarea pe maşini orizontale şi verticale de broşat**

Poz.	Coeficientul de ocupare a lucrătorului	Masa piesei, kg, pînă la:			
		3	8	15	25
		Valoarea coeficientului k_{on}			
1	≤0,25	4	4	4	4
2	0,26–0,50	4	4	4	5
3	0,51–0,75	5	5	5	8
4	0,76–1,00	6	7	8	—

Coeficientul de ocupare a lucrătorului se determină cu relația

$$k_0 = \frac{t_{an} + t_{as}}{t_b + t_{an}}, \tag{11.8}$$

în care t_{an} este suma timpilor ajutători care nu se suprapun pe timpul de bază iar t_{as} este suma timpilor ajutători care se suprapun pe timpul de bază.

11.3. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp la broșare

Se supune prelucrării mecanice de finisare prin broșare cilindrică alezajul roții dințate din fig. 11.4, a, după schema din fig. 11.4, b. Roata dințată este realizată din oțel Cr—Ni cu duritate *HB* 156...187 și $\sigma_r = 52...60$ daN/mm². Masa piesei este 0,5 kg. Prelucrarea mecanică se face pe o mașină de broșat orizontal model 7510, iar broșarea se face fără folosirea lichidului de ungere-răcire. Să se determine norma tehnică de timp.

Rezolvare. *Determinarea parametrilor regimului de așchiere.* Din tabelul 11.3, pentru broșarea găurilor rotunde, se adoptă avansul $s_d = 0{,}025$ mm/dinte.

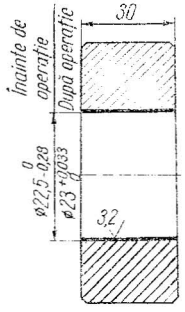


Fig. 11.4. Semifabricatul cu suprafață de broșat.

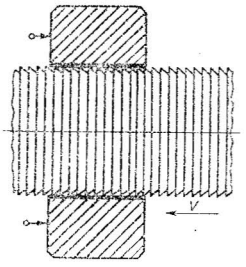


Fig. 11.5. Broșarea unei găuri

Din tabelul 11.6, pentru oțel Cr—Ni cu duritatea *HB* 156...187, se stabilește grupa *III*-a de viteze de broșare. În continuare, pe baza tabelului 11.5, considerînd că broșa se confecționează din oțel MCW 14 (STAS 3611—66), se alege viteza de așchiere $v = 3$ m/min.

În tabelul 11.15 se prezintă datele din cartea mașinii de broșat model 7510, de unde se observă că viteza respectivă se găsește în gama cursei de lucru a cilindrului hidraulic.

Parametrii constructivi ai broșei sînt: unghiul de degajare $\gamma = 12°$; unghiul de așezare $\alpha = 4°$; pasul dintre dinți $t = 7$ mm. În aceste condiții rezultă pentru lungimea utilă a broșei, $l_b = 140$ mm.

Tabelul 11.15. **Datele din cartea maşinii de broşat orizontal, model 7510**

Forţa de tragere a broşei, tone	Lungimea cursei cilindrului hidraulic, mm		Viteza, m/min				Puterea electromotorului de acţionare, kW
			Pentru cursa de lucru		Pentru cursa de întoarcere		
	maximă	minimă	maximă	minimă	maximă	minimă	
10	1400	120	3,5	0,5	19	9,5	7,5

Pentru determinarea forţei de broşare se procedează în felul următor: prin interpolare, din tabelul 11.7, se stabileşte că, pentru avansul pe dinte $s_d = 0{,}025$ mm, forţa specifică de aşchiere este de 14,15 daN/mm.

Se determină numărul de dinţi ai broşei existenţi simultan în lucru, cu relaţia $z_l = l_p\, t + 1 = 30/7 + 1 = 5{,}3$, rotunjindu-se la $z_l = 5$.

Se determină lungimea totală a tăişurilor care se găsesc în lucru simultan, cu relaţia $\Sigma b = \pi.d.z_l = 3{,}14 \cdot 23 \cdot 5 = 361$ mm.

Forţa totală de broşare va fi $P_z = F.\Sigma b = 14{,}15 \cdot 361 = 5100$ daN = = 5,1 tone, mai mică decît forţa de tragere a maşinii de broşat prezentată în tabelul 11.15.

Se procedează la verificarea vitezei de aşchiere din punctul de vedere al maşinii de broşat cu relaţia (11.5) $v = 6120 \cdot N \cdot \eta / P_z = 6120 \cdot 7.5 \cdot 0{,}9/5100 =$ = 8,1 m/min, deci superioară vitezei de aşchiere adoptate.

Determinarea timpului de bază, se face cu relaţia (11.2).

Se consideră $H = l_b + l_p + l_a = 140 + 30 + 30 = 200$ mm şi, de asemenea,

$$k = 1 + v/v_g = 1 + 3/19 = 1{,}158.$$

Introducînd valorile obţinute în relaţia (11.2) rezultă

$$t_b = \frac{H.k}{100.v.q} = \frac{200 \cdot 1{,}58}{1000.3.1} = 0{,}078 \text{ min.}$$

Determinarea timpului ajutător. Din tabelul 11.8 se stabileşte timpul ajutător t_{a1} de prindere-desprindere a semifabricatului. Considerînd că fixarea broşei se face în mandrină şi, întrucît masa piesei este de 0,5 kg, masa semifabricatului în această fază a prelucrării va fi între 0,5 şi 1,0 kg, din tabelul 11.8 rezultă valoarea $t_{a1} = 0{,}10$ min.

Din tabelul 11.11 se stabileşte timpul ajutător t_{a2} de comandă a mişcării de lucru a maşinii de broşat. Comanda mişcării de lucru a pistonului glisierei la maşina de broşat orizontal model 7510 se face cu pedală. Din tabelul 11.11, de la poz. 1, se adoptă $t_{a2} = 0{,}18.2 = 0{,}036$ min (se adoptă dublu, deoarece se comandă atît cursa activă cît şi cursa de întoarcere).

Din tabelul 11.12 se stabileşte timpul ajutător t_{a5} pentru măsurări de control. Considerînd că măsurarea se face cu calibru cilindric dublu, conform poz. 2, $t_{a5} = k_m \cdot 0{,}11 = 0{,}011$ min.

În continuare se determină suma timpilor ajutători care se suprapun cu timpul de bază.

Astfel, se poate considera că controlul prelucrării mecanice se face în timp ce se aşchiază piesa următoare şi ca atare, timpul t_{a5} pentru măsurări de control se suprapune cu timpul de bază. De asemenea, se poate considera că în timpul broşării unei piese, se pregăteşte de prindere semifabricatul următor şi, ca atare, se suprapune pe timpul de bază jumătate din timpul t_{a1} de prindere-desprindere a semifabricatului.

Rezultă deci că suma timpilor ajutători care se suprapune pe timpul de bază va fi $t_{as} = 0{,}011 + 0{,}10/2 = 0{,}061$ min.

Întrucît $t_{as} < t_b$, se poate considera posibilă suprapunerea timpilor ajutători respectivi cu timpul de bază.

Se poate determina acum suma timpilor ajutători care nu se suprapun pe timpul de bază:

$$t_{an} = 0{,}10 + 0{,}036 + 0{,}011 - 0{,}061 = 0{,}086 \text{ min.}$$

Determinarea timpului de deservire a locului de muncă se face cu relaţia (11.6).

Din tabelul 11.13 rezultă $k_d = 3$ şi, ca atare,

$$t_d = (t_b + t_a)\, k_d/100 = (0{,}078 + 0{,}086)\, 3/100 = 0{,}005 \text{ min.}$$

Determinarea timpului de odihnă şi necesităţi fiziologice se face cu relaţia (11.7).

Se determină la început coeficientul de ocupare a lucrătorului cu relaţia (11.8):

$$k_0 = \frac{t_{an} + t_{as}}{t_b + t_{an}} = \frac{0{,}086 + 0{,}061}{0{,}078 + 0{,}086} = 0{,}896.$$

Din tabelul 11.14, în funcţie de valoarea coeficientului de ocupare a lucrătorului $k_o = 0{,}896$, se alege valoarea $k_{on} = 6$.

Introducînd valoarea $k_{on} = 6$ în relaţia (11.7) rezultă

$$t_{on} = (t_b + t_a) \cdot k_{on}/100 = (0{,}078 + 0{,}086) \cdot 6/100 = 0{,}01 \text{ min}$$

Determinarea normei tehnice de timp se face cu relaţia (11.1):

$$N_T = T_{pi}/n : + t_b + t_a + t_d + t_{on} = T_{pi}/n + 0{,}078 + 0{,}086 + 0{,}005 + 0{,}01 = T_{pi}/n + 0{,}179 \text{ min.}$$

Dacă se cunoaşte lotul de fabricaţie n şi se stabileşte din tabelul 11.1 timpul de pregătire-încheiere, se poate determina complet norma tehnică de timp pe bucată.

Capitolul 12

NORMAREA LUCRĂRILOR DE RECTIFICARE

12.1. Introducere

Rectificarea se foloseşte în scopul creşterii preciziei dimensionale, de formă şi de poziţie reciprocă a suprafeţelor pieselor, şi în special pentru obţinerea unei mai bune calităţi a suprafeţelor. Prin rectificare se pot prelucra suprafeţe cilindrice, conice sau profilate de revoluţie, exterioare şi interioare, precum şi suprafeţe plane.

12.1.1. Rectificarea rotundă exterioară

Se face pe maşini de rectificat rotund exterior, pe maşini de rectificat universale şi pe maşini de rectificat fără centre. Pe maşinile de rectificat rotund exterior şi pe maşinile de rectificat universale piesa se prelucrează cu prinderea între vîrfuri, scula abrazivă lucrînd, de regulă, cu partea sa periferică.

12.1.1.1. Rectificarea între vîrfuri se poate face:

a) *cu avans longitudinal* realizat de piesă sau de discul abraziv (fig. 12.1). Mişcările necesare prelucrării sînt: mişcarea principală de rotaţie a discului abraziv *I*, mişcarea de rotaţie a piesei *II*, mişcarea de avans de pătrundere la o cursă simplă sau dublă *III* şi mişcarea de avans longitudinal *IV*, realizată de piesă sau sculă.

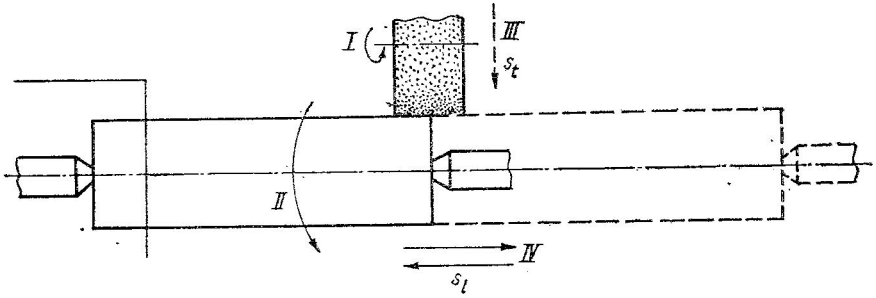


Fig. 12.1. Rectificarea între vîrfuri cu avans longitudinal.

b) *rectificarea cu avans de pătrundere* conform fig. 12.2. Pentru prelucrare, discul abraziv are lăţimea mai mare decît lungimea suprafeţei care se prelucrează, fiind necesare mişcările: mişcarea principală de rotaţie a discului abra-

ziv *I*, mişcarea de rotaţie a piesei *II* şi mişcarea de avans de pătrundere la o rotaţie a piesei *III*. Pe maşinile de rectificat rotund exterior se pot prelucra şi arbori în trepte, rectificîndu-se suprafaţa cilindrică cu periferia discului abraziv şi suprafaţa frontală a piesei cu partea frontală a discului abraziv (fig. 12.3).

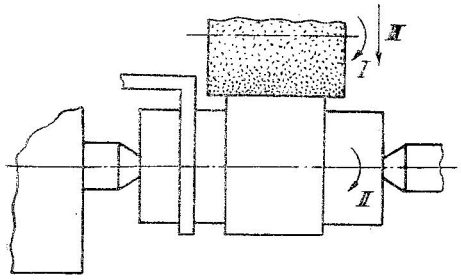


Fig. 12.2. Rectificarea între vîrfuri cu avans de pătrundere.

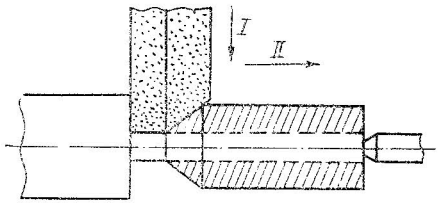


Fig. 12.3. Rectificarea între vîrfuri a arborilor în trepte:
I-mişcarea de pătrundere a discului abraziv;
II-mişcarea de avans longitudinal.

12.1.1.2. Rectificarea fără vîrfuri se poate realiza prin următoarele metode:

a) *rectificarea cu avans longitudinal* (fig. 12.4). Discul abraziv aşchietor *2* asigură mişcarea principală de rotaţie, iar discul abraziv conducător *1*, care se roteşte în acelaşi sens cu discul aşchietor, asigură mişcarea de avans a piesei. Mişcarea de avans longitudinal a piesei *3* în lungul linealului *4* are loc ca urmare a înclinării axei discului conducător cu un unghi α, care are valorile de 5°...6° pentru rectificarea de degroşare.

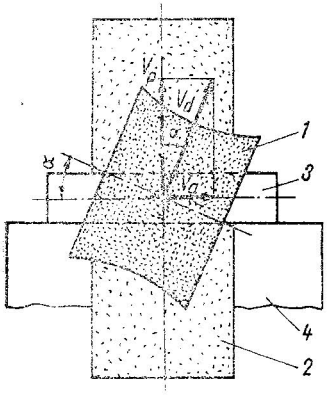


Fig. 12.4. Rectificarea fără vîrfuri cu avans longitudinal.

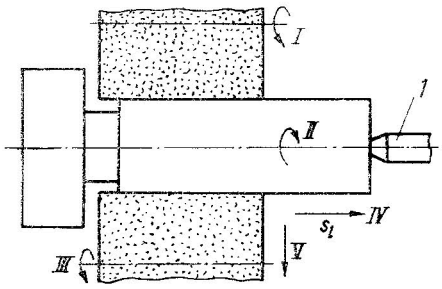


Fig. 12.5. Rectificarea fără vîrfuri cu avans longitudinal pînă la opritor:
I — mişcarea de rotaţie a discului abraziv aşchietor; *II* — mişcarea de rotaţie a piesei; *III* — mişcarea de rotaţie a discului abraziv conducător; *IV* — — mişcarea de avans longitudinal pînă la opritor; *V* — mişcarea de retragere a discului abraziv conducător.

b) *rectificarea cu avans longitudinal pînă la opritor* (fig. 12.5). Pe lîngă mişcările de rotaţie ale discurilor abrazive este necesară şi o mişcare de avans a piesei pînă la opritorul *1*. Avansul se realizează prin înclinarea axei discului conducător cu un unghi de circa 0,5°....1°. Cînd piesa ajunge la opritor, discul conducător se retrage în direcţia săgeţii *V* pentru scoaterea piesei.

c) *rectificarea cu avans transversal (de pătrundere)* (fig. 12.6). Avansul transversal este realizat de discul abraziv conducător, manual sau mecanic. Pentru asigurarea contactului permanent al piesei cu opritorul, discul abraziv conducător are o înclinare a axei cu un unghi de 0,5°...1°.

Prin această metodă se pot prelucra suprafețe exterioare cilindrice, conice sau profilate, în care caz discurile abrazive au profilul piesei.

12.1.2. Rectificarea rotundă interioară

Se poate efectua prin următoarele procedee:

a) *rectificarea cu rotirea piesei* (fig. 12.7). Piesa de prelucrat *1* se fixează în mandrina mașinii de rectificat și se realizează mișcarea de rotație *II*, iar discul abraziv *2* execută mișcarea principală de rotație *I*, mișcarea de avans

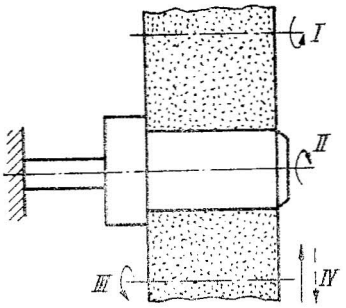


Fig. 12.6. Rectificarea fără vîrfuri cu avans transversal: *I* — mișcarea de rotație a discului abraziv așchietor; *II* — mișcarea de rotație a piesei; *III* — mișcarea de rotație a discului abraziv conducător; *IV* — mișcarea de pătrundere și retragere a discului conducător.

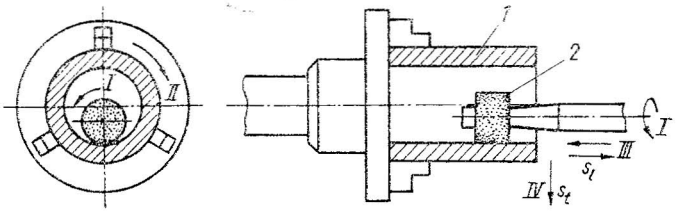


Fig. 12.7. Rectificarea interioară cu rotirea piesei.

longitudinal *III* și mișcarea de avans de pătrundere *IV*, la o cursă simplă sau dublă a discului abraziv. Prin această metodă se pot prelucra suprafețe interioare cilindrice sau conice.

b) *rectificarea cu piesa fixă pe mașini de rectificat interior cu mișcare planetară* (fig. 12.8). Metoda se folosește la rectificarea unor găuri cu diametru mare în piese care nu pot fi antrenate în mișcare de rotație. Piesa este fixată pe masa mașinii, discul abraziv executînd mișcarea principală de rotație *I*, mișcarea planetară pe circumferința suprafeței interioare *II*, mișcarea de avans longitudinal *III* și mișcarea de avans transversal *IV*. Mișcarea de avans longitudinal *III* se poate executa și de masa mașinii de rectificat.

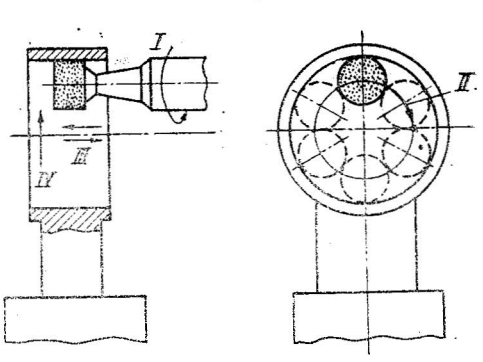


Fig. 12.8. Rectificarea interioară cu piesa fixă.

c) *rectificarea pe mașini de rectificat interior fără vîrfuri*, care se poate face pe mașini speciale de rectificat cu așezarea piesei pe reazeme fixe (fig. 12.9), sau pe mașini de rectificat cu așezarea piesei pe trei role (fig. 12.10). La prelucrarea după schema din fig.

12.9, piesa *1* este așezată pe platoul magnetic *3* și pe reazemele fixe *2* și este antrenată în mișcarea de rotație. Discul abraziv *4* execută mișcarea principală de rotație, mișcarea de avans longitudinal și de avans de pătrundere. La schema din fig. 12.10, piesa *1* se așază pe două role *2* și *4*, prima fiind rolă conducătoare, iar a doua rolă de sprijin. Pentru menținerea poziției dorite, piesa este apăsată de rola *3*. Discul abraziv *5* execută mișcarea principală de rotație, mișcarea de avans longitudinal și de avans de pătrundere.

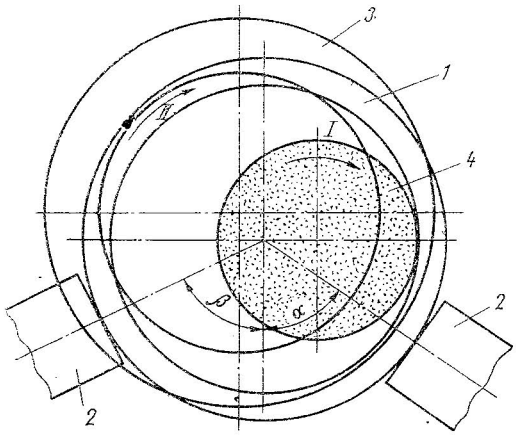


Fig. 12.9. Rectificarea interioară pe mașini de rectificat fără vîrfuri.

12.1.3. Rectificarea plană

În funcție de suprafața cu care așchiază discul abraziv și de tipul mașinii de rectificat poate fi :

a) *cu periferia discului abraziv* :

— pe mașini cu masă dreptunghiulară (fig. 12.11, *a*);

— pe mașini cu masă rotundă (fig. 12.11, *b*);

b) *cu partea frontală a discului abraziv* :

— pe mașini cu masă dreptunghiulară (fig. 12.12, *a*);

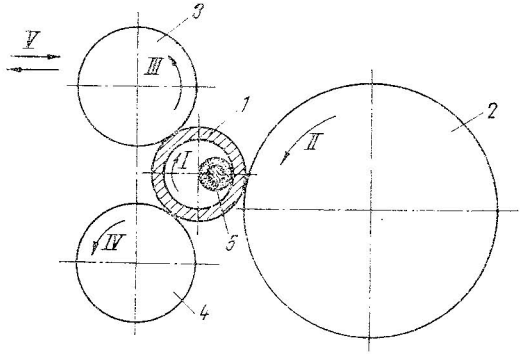


Fig. 12.10. Rectificarea interioară pe mașini de rectificat fără vîrfuri a pieselor cu pereți subțiri.

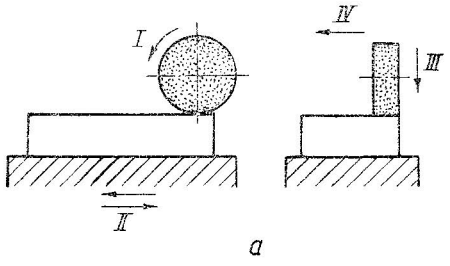


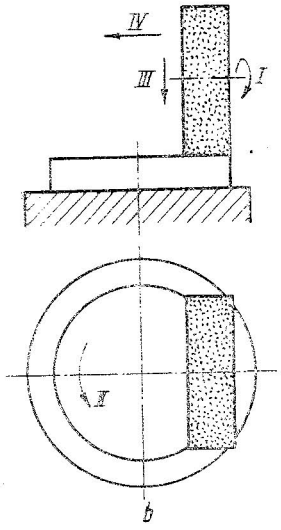
Fig. 12.11. Rectificarea plană cu periferia discului abraziv :
a — pe mașini cu masa dreptunghiulară, b—pe mașini cu masa rotativă.

— pe mașini cu masă rotundă (fig. 12.12, *b*).

În toate situațiile, discul abraziv are mișcarea principală de rotație *I* iar piesa execută mișcarea de avans longitudinal sau circular *II*. Mișcarea de avans de pătrundere *III* este realizată de discul abraziv. Le prelucrarea cu periferia discului abraziv este necesară și mișcarea de avans transversal *IV*, pentru prelucrarea piesei pe toată lățimea.

Rectificarea suprafețelor frontale plane la piese cilindrice se realizează fie pe mașini de rectificat rotund exterior (fig. 12.13, *a*), fie pe mașini de rectificat interior (fig. 12.13, *b*).

Norma tehnică de timp se va determina la prelucrarea pe mașini de rectificat rotund exterior, pe mașini de rectificat rotund interior, pe mașini de rectificat plan și pe mașini de rectificat fără vîrfuri.



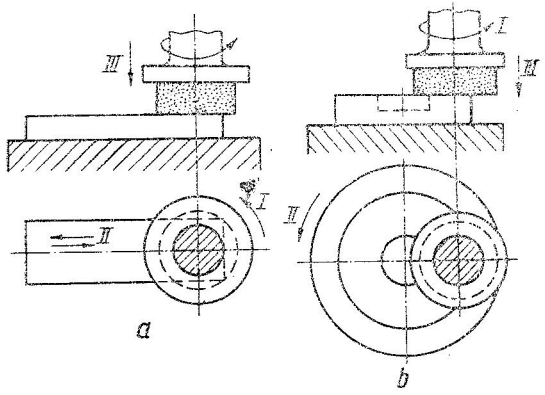


Fig. 12.12. Rectificarea plană cu partea frontală a discului abraziv :
a – pe mașini cu masă dreptunghiulară; b – pe mașini cu masa rotundă.

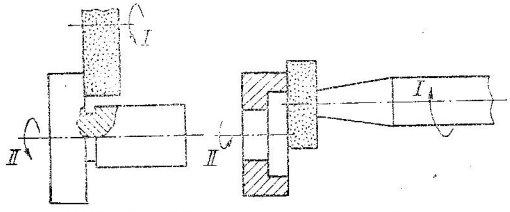


Fig. 12.13. Rectificarea suprafețelor plane :
a – pe mașini de rectificat rotund exterior; b – pe mașini de rectificat interior; I – mișcarea de rotație a discului abraziv; II – mișcarea de rotație a piesei.

12.2. Norma tehnică de timp la prelucrarea pe mașini de rectificat rotund exterior

Norma de timp pe bucată se calculează cu relația :

$$N_T = T_{pi}/n + t_b + t_a + t_{dt} + t_{do} + t_{on} \text{ [min]}, \qquad (12.1)$$

în care definirea elementelor componente s-a făcut în cap. 3.

12.2.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere

Timpul de pregătire-încheiere, T_{pi}, este stabilit în funcție de tipul mașinii-unelte, de tipul fabricației și operației și este dat în tabelul 12.1.

12.2.2. Determinarea timpului de bază

Timpul de bază se poate determina prin calcul analitic cu ajutorul unor relații care țin seama de lungimea suprafeței de prelucrat, de parametrii regi-

mului de aşchiere şi de adaosul de prelucrare, cu ajutorul normativelor pe baza unor valori stabilite prin observaţii, sau cu ajutorul nomogramelor.

Tabelul 12.1. **Timpul de pregătire-încheiere, T_{pi}, min, pentru maşini de rectificat exterior**

Poz.	Modul de prindere a piesei	Distanţa între vîrfuri, mm	
		≤ 1000	> 1000
		Timp T_{pi}, min	
	A. Operaţii curente		
1	Între vîrfuri sau între vîrfuri pe dorn	7,0	8,0
2	În universal sau în mandrină	10,0	11,0
3	În universal şi lunetă	12,0	14,0
4	În platou	14,0	16,0
5	În platou şi lunetă	16,0	18,0
6	Primirea şi predarea documentaţiei, comenzii cu indicaţiile necesare, a sculelor, dispozitivelor şi aparatelor de măsură etc.	8,0 — 10,0	
	B. Operaţii suplimentare		
7	Rectificarea bacurilor universalului cu diametrul de, mm ≤250	8,0	10,0
8	Rectificarea bacurilor universalului cu diametrul de, mm >250	10,0	13,0
9	Schimbarea unui bac	0,70	1,0
10	Montarea şi reglarea unei lunete suplimentare de tip: închis	2,6	3,6
11	Montarea şi reglarea unei lunete suplimentare de tip: deschis	3,3	3,9
12	Rotirea la un unghi oarecare a mesei maşinii, păpuşii fixe sau a păpuşii mobile portpiatră	1,3	2,0
13	Înlocuirea discului abraziv	8,0	10,0
14	Rectificarea pietrei cilindrice după înlocuire periferică	1,3	2,0
15	Rectificarea pietrei cilindrice după înlocuire pe partea: frontală	2,0	2,6
16	Raionarea (îndreptarea) discului abraziv	0,7	

În tabelul 12.2 sînt date relaţii pentru calculul timpului de bază la rectificarea cilindrică exterioară cu avans longitudinal şi cu avans de pătrundere.

12.2.3. Elemente ale regimului de aşchiere

În relaţiile de calcul al timpului de bază intervin, ca parametri ai regimului de aşchiere, avansul longitudinal s_l, avansul de pătrundere s_t, turaţia piesei n_p, la rectificarea cu avans longitudinal, şi avansul de pătrundere s_t şi turaţia piesei n_p la rectificarea cu avans de pătrundere.

Avansul longitudinal s_l, (mm/rot) se calculează cu relaţia

$$s_l = \beta \cdot B \text{ (mm/rot)}, \qquad (12.2)$$

în care β este avansul, în fracţiuni din lăţimea discului abraziv, şi B — lăţimea discului abraziv, mm.

Pentru avansul în fracțiuni din lățimea discului abraziv, se recomandă următoarele valori ale unghiului β:

— la rectificarea de degroșare, pentru diametrul piesei:

$$d \leqslant 20 \text{ mm}, \ \beta = 0{,}50; \quad d > 20 \text{ mm}, \quad \beta = 0{,}63 \ldots 0{,}80;$$

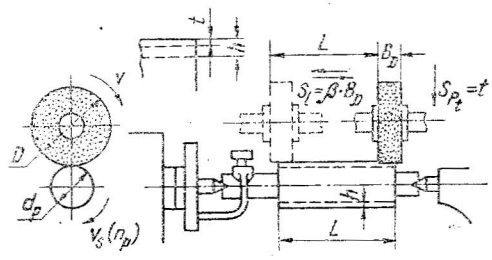
— la rectificarea de finisare, pentru rugozitatea suprafeței:

$$R_a = 2{,}5 \ldots 1{,}25 \ \mu\text{m}, \ \beta = 0{,}50 \ldots 0{,}75; \quad R_a = 0{,}63 \ \mu\text{m},$$

$$\beta = 0{,}25 \ldots . 0{,}50.$$

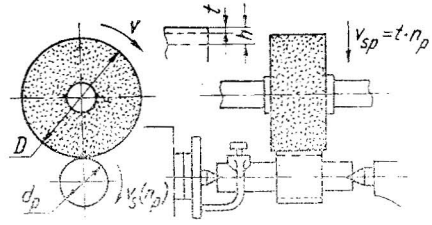
Tabelul 12.2. **Timpul de bază, t_b, min, pentru mașini de rectificat rotund exterior**

A. Cu avans longitudinal



Pentru fiecare cursă simplă a mesei,	$t_b = \dfrac{L \cdot A_c \cdot k}{(s_l \cdot n_p \cdot s_t)} = \dfrac{L \cdot A_c \cdot k}{(\beta \cdot B \cdot n_p \cdot s_t)}$ [min]
Pentru fiecare cursă dublă a mesei,	$t_b = \dfrac{2L \cdot A_c \cdot k}{(s_l \cdot n_p \cdot s_t)} = \dfrac{2L \cdot A_c \cdot k}{(\beta \cdot B \cdot n_p \cdot s_t)}$ [min]
La rectificarea cu ieșirea liberă a discului abrazin,	$L = l - (0{,}2 \ldots 0{,}4)\ B$ [mm]
La rectificarea pînă la un prag,	$L = l - (0{,}4 \ldots 0{,}6)\ B$ [mm]
Coeficientul „k" pentru degroșare $k = 1{,}2 \ldots 1{,}4$; pentru finisare $k = 1{,}25 \ldots 1{,}7$	

B. Cu avans de pătrundere



$$t_b = \frac{A_c \cdot k}{(s_t \cdot n_p)} \text{ [min]}$$

Coeficientul „k" pentru degroșare și pentru finisare $k = 1{,}2 \ldots 1{,}3$

Pentru avansul de pătrundere s_t (mm/cursă sau mm/cd), la rectificarea cu avans longitudinal se recomandă valorile date în tabelul 12.3, la rectificarea de degroșare, și în tabelul 12.4, la rectificarea de finisare.

Tabelul 12.3. **Avansul de pătrundere (transversal), mm/cursă, la rectificarea de degroșare cu avans longitudinal, pe mașini de rectificat rotund exterior**

Avans în fracțiuni din, lățiumea discului abraziv, β	Viteza de avans v_a, m/min, pînă la:						
0,50	10,0—12 5	16,0	20	25	32	—	—
0,63	—	10,5—12,5	16	20	25	32	—
0,80	—	—	10,5—12,5	16	20	25	32
Diametrul piesei, d, mm pînă la	Avansul de pătrundere (transversal), mm/cursă						
16—25	0,022	0,017	0,014	0,011	0,009	0,007	0,005
40	0,025	0,020	0,015	0,012	0,010	0,008	0,006
63	0,030	0,024	0,020	0,015	0,012	0,010	0,007
100	0,034	0,027	0,021	0,017	0,013	0,010	0,008
160	0,040	0,032	0,025	0,020	0,016	0,012	0,010
250	0,046	0,037	0,029	0,023	0,018	0,014	0,011
400	0,054	0,042	0,034	0,026	0,021	0,016	0,013

Observație. La prelucrarea cu avans de pătrundere la o cursă dublă, mm/cd, valorile avansului din tabel se dublează.

În cazul rectificării după metoda avansului de pătrundere se recomandă următoarele valori pentru avansul de pătrundere (transversal) în mm/rot:

— pentru rectificarea de degroșare, $s_t = 0{,}0025 \ldots 0{,}075$ mm/rot;

— pentru rectificarea de finisare, $s_t = 0{,}0010 \ldots 0{,}005$ mm/rot.

Pentru viteza avansului principal v_a, m/min, sînt date valori recomandate în tabelul 12.5.

Dacă se modifică condițiile de lucru, avansul de pătrundere se corectează cu coeficienții din tabelul 12.6.

Turația piesei n_p (rot/min) se determină cu relația

$$n_p = \frac{1000 \cdot v_p}{\pi \cdot d} \quad \text{[rot/min]}, \tag{12.3}$$

în care v_p este viteza piesei, m/min, și d — diametrul piesei, mm.

Viteza piesei v_p (m/min), la rectificarea cu periferia discului abraziv, se calculează cu relațiile:

— rectificare cu avans longitudinal:

$$v_p = \frac{0{,}17 \cdot d^{0{,}3}}{T^{0{,}5} \cdot \beta \cdot s_t} \quad \text{[m/min]}; \tag{12.4}$$

— rectificare prin pătrundere:

$$v_p = \frac{0{,}165 \cdot d^{0{,}3}}{T^{0{,}5} \cdot s_t} K_1 \cdot K_2 \quad \text{[m/min]}, \tag{.25}$$

Tabelul 12.4. **Avansul de pătrundere (transversal), mm/cursă, la rectificarea de finisare cu avans longitudinal, la prelucrarea pe mașini de rectificat rotund exterior**

Viteza de avans principal, v_a, m/min	Avansul longitudinal, $s_l = \beta . B$, mm/rot, până la:														
12—16	8—10	12,5	16,0	25,0	25,0	32,0	40,0	50,0	63,7	—	—	—	—	—	—
20	—	8—10	12,5	16,0	25,0	25,0	32,0	40,0	50,0	63,0	—	—	—	—	—
25	—	—	8—10	12,5	16,0	20,0	25,0	32,0	40,0	50,0	63,0	—	—	—	—
32	—	—	—	8—10	12,5	16,0	20,0	25,0	32,0	40,0	50,0	63,0	—	—	—
40	—	—	—	—	8—10	12,5	16,0	20,0	25,0	32,0	40,0	50,0	63,0	—	—
50	—	—	—	—	—	8—10	12,5	16,0	20,0	25,0	32,0	40,0	50,0	63,0	—
63	—	—	—	—	—	—	8—10	12,5	16,0	20,0	25,0	32,0	40,0	50,0	63,0
80	—	—	—	—	—	—	—	8—10	12,5	16,0	20,0	25,0	32,0	40,0	50,0
Diametrul piesei, d, mm	**Avansul de pătrundere (transversal), mm/cursă**														
16—25	0,019	0,015	0,012	0,0096	0,0075	0,0060	0,0047	0,0037	0,0030	—	—	—	—	—	—
40	0,024	0,019	0,015	0,0120	0,0096	0,0075	0,0056	0,0047	0,0037	0,0030	—	—	—	—	—
63	0,031	0,024	0,019	0,0150	0,0120	0,0096	0,0075	0,0060	0,0044	0,0037	0,0030	—	—	—	—
100	0,039	0,031	0,024	0,0190	0,0150	0,0120	0,0096	0,0075	0,0060	0,0047	0,0037	0,0030	—	—	—
160	0,049	0,039	0,031	0,0240	0,0190	0,0150	0,0120	0,0096	0,0075	0,0060	0,0047	0,0037	0,0030	—	—
250	0,063	0,049	0,039	0,0310	0,0240	0,0190	0,0150	0,0120	0,0096	0,0075	0,0060	0,0047	0,0037	0,0030	—
400	0,070	0,063	0,049	0,0390	0,0310	0,0240	0,0190	0,0150	0,0120	0,0096	0,0075	0,0060	0,0047	0,0037	0,0030

Observație: La prelucrarea cu avans de pătrundere la o cursă dublă, mm/cd, valorile avansului din tabel se dublează.

Tabelul 12.5. **Viteze recomandate pentru mișcarea principală pe mașini de rectificat rotund exterior**

Metoda de rectificare		Diametrul piesei, d, mm, până la:						
		25	40	63	100	160	250	400
		Viteza avansului principal, v_a, m/min						
Rectificarea de degroșare		10—24	10—25	11—28	12—28	13—30	15—32	16—31
Rectificarea de finisare	Oțel necălit și fontă	14—32	15—39	16—46	17—53	18—65	21—75	32—85
	Oțel călit, inoxidabil și refractar	24—32	26—39	28—46	30—53	33—65	39—75	45—85

Tabelul 12.6

Coeficienți de corecție a avansului de pătrundere, pentru mașini de rectificat rotund exterior

A. În funcție de durabilitatea discului abraziv

Durabilitatea, T, mm	Diametrul discului abraziv, D, mm pînă la:			
	400	500	600	750
	Coeficient de corecție, K_T			
6	1,23	1,40	1,50	1,80
9	1,00	1,12	1,25	1,40
15	0,80	0,90	1,00	1,12
24	0,63	0,71	0,80	0,90

B. În funcție de materialul de prelucrat

Materialul de prelucrat	Coeficient de corecție, K_M
Oțel inoxidabil și refractar	0,85
Oțel călit	0,95
Oțel necălit	1,00
Fontă	1,05

C. În funcție de precizie

Trepte de precizie ISO	Adaosul de prelucrare, $2A_c$, mm, pînă la:					
	0,15	0,20	0,30	0,50	0,70	1,00
	Coeficient de corecție K_p					
6	0,40	0,50	0,63	0,80	1,00	1,25
7	0,50	0,63	0,80	1,00	1,25	1,60
8	0,63	0,80	1,00	1,25	1,60	2,00
9	0,80	1,00	1,25	1,50	2,00	2,50

D. În funcție de materialul de prelucrat și de diametrul discului abraziv

Materialul de prelucrat	Diametrul discului abarziv, D, mm, pînă la:				
	400	500	600	750	900
	Coeficient de corecție K_{MD}				
Oțel inoxidabil și refractar	0,55	0,60	0,70	0,80	0,85
Oțel călit	0,80	0,90	1,00	1,10	1,12
Oțel necălit	0,95	1,10	1,20	1,30	1,45
Fontă	1,30	1,45	1,60	1,75	1,90

în care T este durabilitatea discului abraziv, min, iar K_1 — coeficient care ține seama de natura materialului care se prelucrează, pentru care se recomandă valorile:

— prelucrarea oțelului necălit, $K_1 = 1{,}00$;

— prelucrarea oțelului călit, $K_1 = 0{,}95$;

— prelucrarea fontei, $K_1 = 1{,}05$.

Prin coeficientul K_2 se ţine seama de dimensiunile discului abraziv, pentru care se recomandă valorile:

— diametrul discului abraziv 400 mm, $K_2 = 0{,}82$;
— diamerrul discului abraziv 500 mm, $K_2 = 0{,}91$;
— diametrul discului abraziv 600 mm, $K_2 = 1{,}00$;
— diametrul discului abraziv 700 mm, $K_2 = 1{,}12$.

În tabelul 12.7 se dau valori pentru durabilitatea economică T, min.

Tabelul 12.7 **Durabilitatea discurilor abrazive, T, min, pentru maşini de rectificat rotund exterior**

A. Rectificarea de degroşare a suprafeţelor cilindrice

Lăţimea discului B, mm, pînă la:	Diametrul discului abraziv, D, mm					
	350	450	500	600	750	900
	Durabilitatea, T, min					
40	5	5	6	7	8	11
40—63	6	7	8	10	12	15
>63	—	—	—	12	15	20

B. Rectificarea de finisare a suprafeţelor cilindrice fără racordare

Treapta de precizie ISO	6	7—8	9
Durabilitatea T, min	40	33	25

C. Rectificarea de finisare a suprafeţelor cilindrice cu racordare

Raza de racordare, R, mm	Suprafeţe cilindrice ale discului			Suprafeţe frontale ale discului		
	Treapta de precizie ISO					
	6	7—8	9	6	7—8	9
	Durabilitatea, T, min					
⩽0,5	15	10	6	5	4	3
0,5—1,0	20	14	10	8	6	5
1,0—2,0	25	20	15	10	8	6
2,0—3,0	30	25	20	12	10	8
>3,0	40	33	25	15	12	10

D. Rectificarea suprafeţelor frontale

Precizia la lungimea de prelucrat, mm	0,03	0,05	0,08
Durabilitatea suprafeţei frontale, T, min	10	7	5

12.2.4. Determinarea timpilor ajutători

La rectificarea rotundă exterioară s-au stabilit normative pentru timpi ajutători; pentru prinderea şi desprinderea piesei t_{a1}, pentru comanda maşinii t_{a2}, pentru măsurători de control t_{a5}. În tabelul 12.8 sînt consemnaţi timpii ajutători t_{a1} pentru prinderea şi desprinderea piesei.

Tabelul 12.8 **Timpii ajutători pentru prinderea-desprinderea piesei, t_{a_1} min, la prelucrarea pe mașin de rectificat rotund exterior**

Poz.	Modul de prindere a piesei			Lungimea piesei, mm	Masa piesei, kg, pînă la: 0,5	1,0	3,0	5,0	8,0	12,0	20,0
					Timpul t_{a_1} min						
	A. Cu manipulare manuală										
1	În universal			—	0,21	0,23	0,25	0,29	0,33	0,38	0,53
2	În universal și lunetă			⩽1000	0,38	0,40	0,43	0,48	0,57	0,68	0,92
3	În universal și vîrful păpușii mobile			⩽1000	0,36	0,38	0,41	0,45	0,49	0,54	0,64
4	În universal, lunetă și vîrful păpușii mobile			⩽2000	—	—	0,63	0,72	0,81	0,96	1,07
5	În platou cu fălci		Verificarea centrării cu comparatorul		—	—	3,10	3,50	3,90	4,40	4,90
6	În platou cu fălci și lunetă fixă			—	—	—	—	—	5,10	5,70	6,40
7	Între vîrfuri		Cu montarea antrenorului	—	0,31	0,34	0,37	0,43	0,49	0,59	0,73
8	Între vîrfuri		Fără montarea antrenorului	—	0,18	0,20	0,22	0,25	0,29	0,34	0,39
9	Între vîrfuri cu lunetă		Cu montarea antrenorului	⩽1000	—	—	0,63	0,69	0,80	0,82	1,00
10				>1000	—	—	—	—	0,80	0,91	1,07
11			Fără montarea antrenorului	⩽1000	—	—	0,48	0,51	0,54	0,57	0,65
12				>1000	—	—	—	—	0,60	0,66	0,74
13	Pe dorn între vîrfuri	Pe dorn neted cu fixare prin piuliță	Cu șaibă potcoavă	—	0,49	0,52	0,56	0,61	0,66	0,72	0,80
14			Cu șaibă normală	—	0,70	0,75	0,80	0,85	0,93	1,00	1,08
15		Pe dorn canelat	Cu montarea piesei: Manual	—	—	0,45	0,51	0,59	0,69	—	—
16			Cu montarea piesei: Presare conică	—	—	0,63	0,70	0,77	0,84	0,92	1,00
17		Pe dorn extensibil	Fără piuliță	—	—	0,48	0,53	0,58	0,64	0,69	0,75
18			Cu piuliță	—	—	0,67	0,74	0,81	0,89	0,97	1,05
19	Pe dorn cu coadă conică	Dorn neted cu piuliță	Cu șaibă potcoavă	—	—	0,30	0,32	0,35	0,38	0,41	0,45
20			Cu șaibă normală	—	—	0,60	0,62	0,65	0,68	0,75	0,81
21		Dorn extensibil	Cu tampon permanent și strîngere cu cheie	—	—	0,23	0,26	0,28	0,34	0,38	—
22			Cu piuliță și strîngere cu cheie	—	—	0,29	0,32	0,37	0,41	0,48	0,51
23			Fixare cu volan prin ax	—	—	0,14	0,16	0,18	0,20	0,24	0,27
24			Fixare cu dispozitiv cu strîngere pneumatică	—	—	0,26	0,29	0,33	0,37	0,41	—

Tabelul 12.8. (continuare)

Poz.	Modul de prindere a piesei		Lungimea piesei, mm	Masa piesei, kg, pînă la: 0,5	1,0	3,0	6,5	9,8	12,0	20,0
				Timpul, t_{a1}, min						
25	Punerea și scoaterea apărătorii		—	0,25	0,25	0,25	0,25	0,30	0,35	0,35
26	Prinderea și desprinderea fiecărei piese următoare, se adaugă:	Pe dorn neted sau extensibil	—	0,09	0,11	0,13	—	—	—	—
27		Pe dorn canelat	—	0,11	0,12	0,15	0,18	—	—	—

B. Cu ajutorul mașinilor de ridicat

Poz.	Modul de prindere a piesei			Lungimea piesei, mm	Masa piesei, kg, pînă la: 30	50	80	120	200	300
					Timpul t_{a1} min					
28	În universal	(A)		—	2,80	3,00	3,20	—	—	—
29		(B)		—	3,25	3,50	3,75	—	—	—
30	În universal și lunetă	(A)		⩽1000	3,40	3,60	3,90	—	—	—
31				>1000	3,80	4,15	4,50	4,85	5,50	6,10
32		(B)		⩽1000	3,90	4,10	4,40	—	—	—
33				>1000	4,40	4,80	5,20	5,60	6,30	7,00
34	În universal și vîrful păpușii mobile	(A)		⩽1000	3,25	3,50	3,75	—	—	—
35		(B)			3,80	4,10	4,35	—	—	—
36	În universal, lunetă și vîrful păpușii mobile	(A)		⩽2000	3,70	3,90	4,10	—	—	—
37		(B)			4,20	4,50	4,75	—	—	—
38	În platou cu fălci	(A)	Verificarea centrării cu comparatorul	—	7,20	7,70	8,40	—	—	—
39		(B)		—	8,30	8,90	9,65	—	—	—
40	În platou cu fălci și lunetă fixă	(A)		—	7,70	9,50	11,00	—	—	—
41		(B)		—	9,90	11,00	12,70	—	—	—
42	Între vîrfuri	(A)	(C)	—	3,10	3,40	3,90	4,70	5,30	5,80
43			(D)	—	2,70	2,85	3,10	3,80	4,20	4,60
44		(B)	(C)	—	3,90	4,25	4,90	5,90	6,65	7,30
45			(D)	—	3,40	3,60	3,90	4,75	5,25	5,75
46	Între vîrfuri cu lunetă	(A)	(C)	⩽1000	3,40	3,80	—	—	—	—
47				>1000	3,90	4,30	4,90	6,10	6,60	7,40
48			(D)	⩽1000	3,00	3,25	—	—	—	—
49				>1000	3,60	3,80	4,20	5,15	5,55	6,20
50		(B)	(C)	⩽1000	4,25	4,75	—	—	—	—
51				>1000	4,90	5,40	6,15	7,65	8,25	9,25
52			(D)	⩽1000	3,75	4,05	—	—	—	—
53				>1000	4,40	4,75	5,25	6,45	7,00	7,80
54	Punerea și scoaterea apărătorii			—	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35

Observații. *A* — cu palan electric sau pneumatic; *B* — cu pod rulant electric; *C* — cu montarea antrenorului; *D* — fără montarea antrenorului.

În tabelul 12.9 sînt daţi timpii ajutători t_{a2}, pentru comanda maşinii, iar în tabelul 12.10 — timpii ajutători t_{a5}, pentru măsurători de control.

Tabelul 12.9. **Timpii ajutători legaţi de comanda maşinii, t_{a2} min, pentru maşini de rectificat exterior**

Poz.	Felul mînuirilor şi mişcărilor de comandă		Lungimea prelucrată,	
			⩽ 1000	> 1000
1	Apropierea sau retragerea:	piesei de piatră	0,06	0,12
2		pietrei de piesă	0,04	0,06
3	Cuplarea avansului de trecere		0,03	0,04
4	Cuplarea sau decuplarea vitezei de avans		0,03	0,04
5	Schimbarea vitezei de avans sau a avansului de trecere		0,07	0,09
6	Schimbarea lungimii cursei de apropiere a suportului pietrei, a păpuşii mobile portpiatră sau portpiesă, a axului portpiatră		0,08	0,09
7	Pornirea şi oprirea sistemului de răcire		0,04	

Observaţii. **1.** Decuplarea avansului de trecere se suprapune cu timpul de bază. **2.** Cuplarea şi decuplarea avansului de pătrundere se suprapune cu timpul de bază

Tabelul 12.10. **Timpii ajutători pentru măsurări de control, t_{a5}, min, pentru maşini de rectificat exterior**

Poz.	Instrumentul de măsurat	Diametrul măsurat mm, pînă la:	Lungimea prelucrată, mm, pînă la:				
			50	100	250	500	1000
			Timpul t_{a5}, min				
1	Micrometru	50	0,29	0,31	0,37	0,46	0,63
2		100	0,31	0,33	0,39	0,48	0,67
3		250	0,38	0,40	0,46	0,56	0,75
4		500	0,63	0,66	0,71	0,80	1,00
5	Micrometru cu pîrghie	50	0,23	0,26	0,31	0,40	0,56
6		100	0,26	0,29	0,35	0,45	0,61
7		250	0,34	0,36	0,42	0,53	0,74
8		500	0,47	0,50	0,57	0,70	0,86
9	Pasametru	50	0,18	0,20	0,25	0,33	0,50
10		100	0,22	0,24	0,31	0,46	0,56
11		150	0,26	0,29	0,37	0,61	0,79
12	Calibru furcă dublu	50	0,14	0,15	0,20	0,26	0,41
13	Calibru furcă	50	0,13	0,14	0,17	0,22	0,32
14	simplu cu	100	0,15	0,16	0,19	0,24	0,34
15	potcoavă	250	0,20	0,21	0,24	0,30	0,42

Timpul ajutător t_a, pentru o fază sau o operaţie, se determină ca sumă a timpilor ajutători legaţi de mînuirile executate ($t_a = t_{a1} + t_{a2} + t_{a5}$).

12.2.5. Determinarea timpilor de deservire

Pentru operația de rectificare sînt dați timpii t_{dt}, pentru deservirea tehnică, în procente din timpul de bază, și timpii t_{do}, pentru deservirea organizatorică, în procente din timpul operativ $(t_b + t_a)$. Timpul pentru deservirea tehnică este consumat în special pentru îndreptarea discului abraziv. În tabelul 12.11 sînt dați timpii pentru o îndreptare a discului abraziv în minute.

Pentru determinarea timpului de deservire tehnică se folosește relația

$$t_{dt} = \frac{1{,}1 \cdot t_i}{T} t_b \qquad [\text{min}], \tag{12.6}$$

în care t_i este timpul de îndreptare, min, dat în tabelul 12.11; T - durabilitatea discului abraziv, min; t_b — timpul de bază, min.

În tabelul 12.12 este dat timpul t_{do}, de deservire organizatorică, în procente din timpul operativ.

12.2.6. Determinarea timpului de odihnă și necesități fiziologice

În tabelul 12.13 sînt dați timpii t_{on}, de odihnă și necesități fiziologice, în procente din timpul operativ.

12.2.7. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp la rectificarea rotundă exterioară

Să se calculeze norma tehnică de timp pentru rectificarea rotundă exterioară a unei piese din OLC 45, tratată termic, cu diametrul de 80 mm pe lungimea de 500 mm. Prelucrarea se face cu așezarea piesei între vîrfuri pe o mașină de rectificat tip RU 250. Mașina are discul abraziv cu dimensiunile $400 \times 50 \times 205$ mm cu caracteristicile E50KC. Adasoul de prelucrare $2A_c = 0{,}5$ mm.

Norma tehnică de timp se calculează cu relația (12.1) în care n se consideră 50 bucăți.

Timpul de pregătire-încheiere din tabelul 12.1 se stabilește pentru distanța între vîrfuri de 1000 mm, format din timpii dați la pozițiile 1, 6 și 16: $T_{pi} = 7 + 10 + 0{,}7 = 17{,}7$ min.

Timpul de bază se calculează cu relația (tabelul 12.2)

$$t_b = \frac{2 \cdot L \cdot A}{s_l \cdot n_p \cdot s_t} \cdot K \qquad [\text{min}],$$

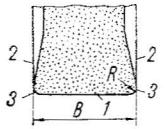
în care $L = 500$ mm, $A_c = 0{,}25$ mm, $K = 1{,}5$ (tabelul 12.2).

Avansul longitudinal se calculează cu relația $s_l = \beta \cdot B$ [mm/rot], în care $\beta = 0{,}3$ pentru rectificarea de finisare pentru $R_a = 0{,}63$ μm și $B = 50$ mm, rezultînd $s_l = 0{,}3 \cdot 50 = 15$ [mm/rot].

Avansul de pătrundere s_t se alege din tabelul 12.4 pentru viteza de avans de 40/min (tabelul 12.5 pentru $d \leqslant 100$ mm și rectificarea de finisarea oțelurilor călite) și avansul s_l pînă la 16 mm/rot, $s_t = 0{,}0096$ mm/cursă. Se lucrează

Tabelul 12.11. **Timpul pentru îndreptarea discurilor abrazive, t_i, min, pentru mașini de rectificat exterior**

Schița suprafețelor ce se îndreaptă



A. Îndreptarea suprafețelor cilindrice și frontale

Poz.	Scula de îndreptat	Suprafața	Lățimea pietrei B, mm până la	Înălțimea vîrfurilor, mm, până la					
				150			250		
				Rugozitatea suprafeței, Ra, μm					
				3,2	0,8	0,4	3,2	0,8	0,4
				Timpul t, min					
1	Diamant (unic sau cu mai multe granule)	1	20	1,3	1,4	1,5	1,4	1,5	1,6
2			40	1,6	1,7	1,8	1,7	1,8	1,9
3			60	1,8	2,0	2,2	2,0	2,1	2,3
4			80	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7
5		2	—	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,3
6	Role din carburi metalice care lucrează prin rulare	1	20	1,2	1,3	2,0	1,3	1,4	2,2
7			40	1,5	1,6	2,6	1,6	1,7	2,8
8			60	1,8	2,1	3,3	1,9	2,2	3,4
9			80	2,1	2,4	3,9	2,2	2,5	4,0
10		2	—	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3
11	Piatră din carborundum lucrînd prin rulare	1	20	1,7	1,9	2,9	1,8	2,0	3,0
12			40	2,0	2,2	3,5	2,1	2,3	3,6
13			60	2,3	2,5	4,1	2,4	2,6	4,2
14			80	2,6	2,8	4,4	2,7	2,9	4,5
15		2	—	1,5	1,6	—	1,6	1,7	—

B. Îndreptarea suprafețelor frontale și a razelor

Poz.	Scula de îndreptat	Suprafața	Raza R, mm, până la:	Înălțimea vîrfurilor, mm până la					
				150			250		
				Adaosul pe rază, mm					
				0,2	0,5	1,0	0,2	0,5	0,1
				Timpul t min					
16	Bare de carborundum	2 și 3	1	0,49	0,45	—	0,53	0,49	—
17			2	0,61	0,47	0,29	0,65	0,51	0,33
18			5	0,76	0,59	0,46	0,80	0,62	0,50
19			10	0,79	0,61	0,48	0,83	0,64	0,52

Tabelul 12.12. **Timpul de deservire organizatorică, t_{do}, min, pentru mașini de rectificat exterior**

Poz.	Metoda de rectificare	Înălțimea vîrfurilor, mm, pînă la	
		150	250
		Timpul t_{do}, în % din T_{op}	
1	Cu răcire	1,5	2,0
2	Fără răcire	1,2	1,5

Tabelul 12.13. **Timpul de odihnă și necesități fiziologice, t_{on}, min, pentru mașini de rectificat exterior**

Poz.	Timp operativ, T_{op}, min	Timp ajutător în %, din T_{op}	Masa piesei, kg, pînă la							
			0,5	1,0	3,0	5,0	8,0	12	30	> 20
			Timpul, t_{on}, în % din T_{op}							
1	⩽1,0	>50	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	—	—
2		⩽50	3,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	—	—
3	1,01—2,50	>50	3,0			3,5	4,0	4,5	5,0	—
4		⩽50	3,0				3,5	4,0	4,5	—
5	2,51—5,00	>50	3,0					3,5	4,0	4,5
6		⩽50	3,0						3,5	4,0
7	>5,0	—	3,0							

cu avans de pătrundere pe cursă dublă și conform observațiilor de la tabelul 12.4: $s_t = 2 \cdot 0{,}0096 = 0{,}0182$ [mm/cd].

Din tabelul 12.6 se adoptă următorii ceoficienți de corecție ai avansului de pătrundere: $K_T = 0{,}63$; $K_M = 0{,}95$; $K_{MD} = 0{,}80$.

În aceste condiții $s_t = 0{,}0182 \cdot 0{,}63 \cdot 0{,}95 \cdot 0{,}80 = 0{,}004$ [mm/cd].

Turația piesei se determină cu relația (12.3), în care v_p se stabilește cu relația (12.4).

Față de datele **problemei**: $d = 80$ mm, $\beta = 0{,}3$, $s_t = 0{,}004$ mm/cd, $T = 33$ min, din tabelul 12.7, pentru rectificarea suprafețelor cilindrice fără racordare, în clasa de precizie 2...3 ISO, se ia $K_1 = 0{,}95$; $K_2 = 0{,}82$. Rezultă că $v_p = \dfrac{0{,}17 \cdot 80^{0{,}3}}{33^{0{,}5} \cdot 0{,}3 \cdot 0{,}004} 0{,}95 \cdot 0{,}82 = 7{,}25$ [m/min] și turația piesei $n_p = \dfrac{1000 \cdot 7{,}25}{\pi \cdot 80} = 28$ [rot/min].

În aceste condiții $t_b = \dfrac{2 \cdot 500 \cdot 0{,}25}{15 \cdot 28 \cdot 0{,}004} 1{,}5 = 23$ min.

Timpul ajutător t_{a1}, pentru prinderea și desprinderea piesei, din tabelul 12.8, pentru piesă cu greutatea de 20 kg, la așezarea între vîrfuri cu antrenor, poz. 7, $t_{a1} = 0{,}73$ min.

Timpul ajutător t_{a2}, pentru comanda mașinii, se ia din tabelul 12.9, pentru lungimea < 1000 mm, de la pozițiile 2, 3, 4 și 7 : $t_{a2} = 0{,}04 + 0{,}03 + 0{,}03 + 0{,}04 = 0{,}14$ min.

Timpul ajutător t_{a5}, pentru măsurători de control, se ia din tabelul 12.10 (poziția 2): $t_{a5} = 0{,}48$ min.

Rezultă $t_a = 0{,}73 + 0{,}14 + 0{,}48 = 1{,}35$ min.

Timpul t_{dt}, pentru deservirea tehnică, se determină cu relația (12.6), în care $t_i = 2{,}1$ minute (din tabelul 12.11 poziția 3), va fi

$$t_{dt} = \frac{1{,}1 \cdot t_i}{T} t_a = \frac{1{,}1 \cdot 2{,}1}{33} \cdot 23 = 1{,}6 \text{ min.}$$

Timpul t_{do}, pentru deservirea organizatorică, din tabelul 12.12 (poziția 1), va fi $t_{do} = (23 + 1{,}35) \cdot 2{,}0/100 = 0{,}49$ min.

Timpul t_{on}, de odihnă și necesități fiziologice, din tabelul 12.13. (poziția 7), va fi $t_{on} = (23 + 1{,}35) \cdot 3{,}0/100 = 0{,}73$ min.

Norma tehnică de timp pe bucată va fi $N_T = T_{pi}/n + t_b + t_a + t_{dt} + t_{de} + t_{on} = 17{,}7/50 + 23 + 1{,}35 + 1{,}6 + 0{,}49 + 0{,}73 = 27{,}52$ min.

12.3. Norma tehnică de timp la prelucrarea pe mașini de rectificat interior

Norma de timp pe bucată se calculează cu relația (12.1).

12.3.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere

Timpul T_{pi}, de pregătire-încheiere, este dat în tabelul 12.14.

12.3.2. Determinarea timpului de bază

Timpul de bază se poate determina prin calcul cu ajutorul unor relații care țin seama de lungimea suprafeței de prelucrat, de parametrii regimului de așchiere și de adaosul de prelucrare, cu ajutorul normativelor stabilite pe bază de observații sau prin calcule, cu ajutorul nomogramelor.

În tabelul 12.15 sînt date relații pentru calculul timpului de bază la rectificarea interioară.

12.3.3. Elemente ale regimului de așchiere

Pentru calculul timpului de bază cu relațiile date în tabelul 12.15, trebuie să se determine avansul longitudinal s_l, mm/rot, avansul de pătrundere s_t, mm/cd și turația piesei n_p, rot/min.

Avansul longitudinal s_l se determină cu relația (12.2), în care valorile avansului longitudinal β, în fracțiuni din lățimea discului abraziv, sînt date în tabelul 12.16, iar B este lățimea discului abraziv, în mm.

Avansul de pătrundere s_t se dă în tabelul 12.16.

Tabelul 12.14. **Timpul de pregătire-încheiere, $T_{pî}$, min, pentru mașini de rectificat interior**

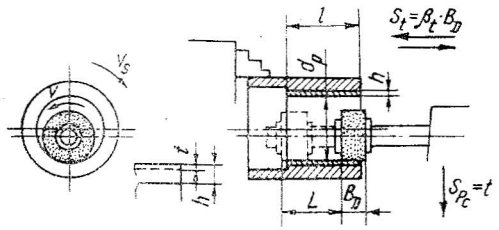
A. Operații curente

Poz.	Modul de prindere a piesei	Diametrul, mm ⩽60	Diametrul, mm ▶60
		Timpul $T_{pî}$, min	
1	În universal sau în mandrină	9,0	14,0
2	În universal și lunetă	11,0	17,0
3	În platou	20,0	25,0
4	În platou și lunetă	22,0	28,0
5	În dispozitiv special pentru rectificarea alezajului la roți dințate	21,0	30,0
6	Primirea și predarea documentației, a comenzii cu indicațiile necesare, a sculelor, dispozitivelor și aparatelor de măsură	8—10	

B. Operații suplimentare

7	Rectificarea fălcilor universalului cu diametrul, mm :	⩽250	10,0	16,0
8		>250	12,0	19,0
9	Schimbarea unei fălci		0,7	1,0
10	Rotirea cu un unghi oarecare a mesei mașinii, păpușii fixe, păpușii portpiatră		1,3	2,0
11	Înlocuirea pietrei		2,3	3,2
12	Rectificarea piesei cilindrice	periferică	1,0	2,6
13	după înlocuirea, pe partea :	frontală	0,7	1,2
14	Îndreptarea pietrei		0,7	

Tabelul 12.15. **Timpul de bază, t_b, min, pentru mașini de rectificat interior**



Pentru fiecare cursă simplă a mesei :

$$t_b = L \cdot A_c \cdot k / (s_l \cdot n_p \cdot s_t) = L \cdot A_c \cdot k / (\beta B \cdot n_p \cdot s_t) \text{ [min].}$$

Pentru fiecare cursă dublă a mesei :

$$t_b = 2L \cdot A_c \cdot k / (s_l \cdot n_p \cdot s_t) = 2L \cdot A_c \cdot k / (\beta \cdot B \cdot n_p \cdot s_t) \text{ [min].}$$

La rectificarea cu ieșirea liberă a discului

$$L = l - (0{,}2 \ldots 0{,}4)\, B \text{ [mm].}$$

La rectificarea pînă la un prag,

$$L = l - (0{,}4 \ldots 0{,}6)\, B \text{ [mm]}$$

Coeficientul k : — pentru degroșare : $k = 1{,}2 \ldots 1{,}5$; — pentru finisare : $k = 1{,}3 \ldots 1{,}6$.

Tabelul 12.16. **Avansul longitudinal, în fracțiuni din lățimea discului abraziv și avansul de pătrundere, la rectificarea rotundă interioară**

A. Avansul longitudinal în fracțiuni din lățimea discului abraziv, β

Materialul de prelucrat	Felul rectificării	Raportul dintre diametrul găurii și lungimea acesteia				
		1:4	2:1	1:1	1:2	1:3
Oțel	Degroșare	0,60—0,75	0,60—0,70	0,50—0,60	0,45—0,50	0,40—0,45
	Finisare	0,25—0,40	0,25—0,40	0,20—0,30	0,20—0,30	0,20—0,30
Fontă și bronz	Degroșare	0,07—0,80	0,65—0,70	0,50—0,60	0,50—0,55	0,45—0,50
	Finisare	0,30—0,45	0,30—0,45	0,30—0,40	0,30—0,40	0,30—0,40

B. Avansul de pătrundere, s_t, mm/cursă dublă

Diametrul găurii, mm	Oțel călit		Oțel necălit și fontă	
	Rectificare de degroșare	Rectificare de finisare	Rectificare de degroșare	Rectificare de finisare
	Avansul de pătrundere, s_t, mm/cursă dublă			
20—40	0,0025—0,0030	0,0015—0,0020	0,0025—0,0030	0,0015—0,0020
41—70	0,0025—0,0035	0,0015—0,0020	0,0025—0,0040	0,0015—0,0020
71—100	0,0025—0,0040	0,0015—0,0020	0,0025—0,0050	0,0015—0,0020

Observație. Valorile din tabel sînt date pentru prelucrarea pe mașini de rectificat interior cu ciclu semiautomat. La prelucrare pe mașini de rectificat interior universale, avansul de pătrundere s_t se mărește de două ori, iar avansul longitudinal, în fracțiuni din lățimea discului abraziv, β rămîne neschimbat.

Turația piesei n_p, se calculează cu relația

$$n_p = \frac{1000 v_p}{\pi \cdot d} \qquad [\text{rot/min}], \tag{12.7}$$

în care d este diametrul găurii, mm, și v_p — viteza piesei, care se determină cu relația

$$v_p = \frac{C_v \cdot d^q}{T^m \cdot s_t^x \cdot \beta^y} \qquad [\text{m/min}], \tag{12.8,}$$

în care T este durabilitatea discului abraziv, minute, dată în tabelul 12.18 iar C_v, ρ, m, x, y sînt coeficient și exponenți dați în tabelul 12.17.

12.3.4. Determinarea timpilor ajutători

Ca și la rectificarea rotundă exterioară s-au stabilit normative de timpi ajutători t_{a1}, legați de prinderea și desprinderea piesei, t_{a2}, de comanda mașinii, t_{a5}, de măsurări de control.

Tabelul 12.17. **Valorile coeficientului C_v şi a exponenţilor ρ, m, x şi y din relaţia vitezei de aşchiere la rectificarea rotundă interioară**

Materialul de prelucrat	Caracteristicile discului abraziv	C_v	ρ	m	x	y
Oţel necălit	Electrocorindon, liant ceramic, granulaţie 50	0,054	0,5	0,6	0,9	0,9
	Electrocorindon nobil, granulaţie 25	0,054				
Oţel călit	Electrocorindon, liant ceramic, granulaţie 50	0,050	0,5	0,6	0,9	0,9
	Electrocorindon nobil, granulaţie 40	0,058				
	Electrocorindon nobil, granulaţie 25	0,054				

În tabelul 12.19 sînt prezentaţi timpii t_{a1} pentru prinderea şi desprinderea piesei.

În tabelul 12.20 sînt daţi timpii t_{a2}, pentru comanda maşinii, iar în tabelul 12.21 sînt daţi timpii t_{a5} pentru măsurări de control.

12.3.5. Determinarea timpilor de deservire

Timpul de deservire tehnică t_{dt}, în procente din timpul de bază, se dă în funcţie de timpul pentru îndreptarea discului abraziv t_i, prezentat în tabelul 12.22.

Pentru determinarea timpului de deservire tehnică se foloseşte relaţia

$$t_{dt} = \frac{1{,}15 \cdot t_i}{T} \cdot t_b \quad [\text{min}], \tag{12.9}$$

în care T este durabilitatea discului abraziv, min.

Timpul pentru deservirea organizatorică t_{do}, în procente din timpul operativ, este dat în tabelul 12.23.

12.3.6. Determinarea timpului pentru odihnă şi necesităţi fiziologice

În tabelul 12.24 este dat timpul t_{on}, de odihnă şi necesităţi fiziologice, în procente din timpul operativ.

12.3.7. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp la rectificarea rotundă interioară

Să se calculeze normat tehnică de timp pentru rectificarea interioară a unei piese din oţel călit cu diametrul interior de 70 mm şi lungimea rectificată de 140 mm. Rectificarea se execută cu disc abraziv En24JC cu diametrul de 50 mm şi lăţimea de 20 mm. Se prelucrează 50 bucăţi, avînd fiecare adaosul de prelucrare $2A_c = 0{,}4$ mm.

Tabelul 12.18. **Durabilitatea economică a discurilor abrazive, T, min, la mașini de rectificat rotund interior**

Diametrul piesei, d_p, mm, până la:	Lățimea discului abraziv B, mm, până la:													
16	25	—	32	—	40	—	50	—	63	—	80	—	—	—
50		25	—	32	—	40	—	50	—	63	—	80	—	—
160			25	—	32	—	40	—	50	—	63	—	80	—
320				25	—	32	—	40	—	50	—	63	—	80

Adaosul de prelucrare	Clasa de precizie	Durabilitatea economică T_{ec}, min													
0,15	1 și 2	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
	3	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
	4	2,5	2,5	3,2	4,0	4,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0
0,20	1 și 2	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
	3	2,5	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0
	4	2,5	2,5	2,5	2,5	4,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	15,0	20,0	20,0
0,30	1 și 2	2,5	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0	20,0	20,0	20,0
	3	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0	20,0
	4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0
0,50	1 și 2	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0	20,0
	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0
	4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0
0,70	1 și 2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0
	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0
	4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3
1,00	1 și 2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0
	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3
	4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2.5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	4,0

Coeficienți de corecție ai durabilității pentru raportul diametrelor disc abraziv/gaură, D/d_g

Raportul diametrelor	0,4	0,5	0,63	1,8
Coeficient de corecție	0,5	0,63	0,8	1,0

Rectificarea suprafețelor frontale pentru raza de racordare a părților cilindrice și frontale, $R \leqslant 1$ mm

Diametrul discului abraziv, D, mm	10	15	20	30	40	50	60	100	115
Durabilitatea T, min	0.8	1,2	1,7	2,5	3,3	4,2	5	8	10

Observație. La rectificarea suprafețelor frontale cu $R > 1$ mm, durabilitatea se ia $T = 5$ min.

Tabelul 12.19. **Timpii ajutători pentru prinderea-desprinderea piesei, t_{a1} min, la mașini de rectificat rotund interior**

A. Cu manipulare manuală

Poz.	Modul de prindere a piesei		Masa piesei, kg, pînă la: 0,5	1,0	3,0	5,0	8,0	12,0	20,0
			Timpul t_{a1} min,						
1	În universale cu două sau trei fălci	Fixare cu cheie	0,21	0,23	0,26	0,29	0,33	0,38	0,53
2		Fixarea mecanică sau pneumatică	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24	0,27	0 28
3	În universal și lunetă fixă	Verificarea centrării cu comparatorul	0,36	0,40	0,43	0,48	0,57	0,68	0,92
4	În platou cu fălci	Verificarea centrării cu comparatorul	—	—	3,10	3,50	3,90	4,40	4,90
5	În platou cu fălci și lunetă		—	—	—	—	5,10	5,70	6,40
6	În mandrină cu bucșă extensibilă	Fixare cu cheie	0,24	0,26	0,28	0,30	0,31	0,33	—
7		Fixare cu pîrghie	0,12	0,13	0,14	0,16	0,18	0,20	—
8		Fixare pneumatică	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,16	0,18
9	În mandrină cu bucșă extensibilă, cu membrană pentru piese cu pereți subțiri (de tip bucșă)		0,15	0,16	0,18	0,26	0,28	—	—
10	În mandrină cu bazare după profilul dintelui pentru rectificat gaura la roți dințate cilindrice	Fixare pneumatică cu manetă	0,23	0,27	0,32	0,37	0,43	0,51	0,59
11		Fixare cu plăci cu șuruburi	0,60	0,81	1,06	1,25	1,47	1,59	1,75
12	Închiderea și deschiderea apărătorii		—	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06

B. Cu ajutorul mașinilor de ridicat

Poz.	Modul de prindere a piesei			Masa piesei, kg, pînă la 30	50	80
				Timpul t_a, min,		
13	În universal și lunetă fixă	Platou electric sau pneumatic	Verificarea centrării cu comparator	3,40	3,60	3,90
14		Pod rulant electric		3,90	4,10	4,40
15	În platou cu fălci	Palan electric sau pneumatic		7,20	7,70	8,40
16		Pod rulant electric		8,80	8,90	9,65
17	În platou cu fălci și lunetă	Palan electric sau pneumatic		7,70	9,50	11,00
18		Pod rulant electric		8,50	11,00	12,70
19	Închiderea și deschiderea apărătorii			0,08		

Tabelul 12.20. **Timpii ajutători pentru comanda mașinii, t_{a2}, min, pentru mașini de rectificat interior**

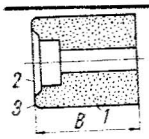
Poz.	Felul mînuirilor și mișcărilor de comandă		Diametrul maxim, mm	
			⩽60	> 60
			Timpul t_{a2} min	
1	Apropierea sau retragerea :	Piesei de piatră	0,08	0,10
2		Pietrei de piesă	0,04	0,05
3	Cuplarea avansului longitudinal		0,03	0,04
4	Cuplarea sau decuplarea vitezei de avans		0,03	0,04
5	Schimbarea mărimii vitezei de avans sau a avansului longitudinal		0,05	0,08
6	Schimbarea mărimii cursei de apropiere a suportului pietrei, a păpușii mobile portpiatră sau portpiesă, a axului portpiatră		0,05	0,08
7	Pornirea și oprirea sistemului de răcire		0,04	

Observații. **1.** Decuplarea avansului longitudinal se suprapune cu timpul de mașină. **2.** Cuplarea și decuplarea avansului de pătrundere și schimbarea mărimii lui se suprapune cu timpul de bază.

Tabelul 12.21. **Timpii ajutători pentru măsurări de control, t_{a3}, min, pentru mașini de rectificat interior**

Poz.	Aparatul de măsură	Dimensiunea măsurată mm, pînă la :	Lungimea prelucrată, mm, pînă la :				
			50	100	250	500	1000
			Timpul t_{a3} min,				
1	Micrometru de interior	100	0,40	0,42	0,51	—	—
2		250	0,42	0,45	0,55	0,70	—
3		500	0,52	0,56	0,77	0,98	1,05
4		1 000	0,85	0,94	1,17	1,56	2,36
5	Micrometru de adîncime	—	0,30	0,33	—	—	—
6	Comparator cu cadran pentru alezaje	100	0,31	0,37	0,39	—	—
7		200	0,36	0,38	0,44	—	—
8		500	0,59	0,61	0,69	0,78	—
9	Pasimetru	25	0,25	0,33	0,38	—	—
10		50	0,29	0,37	0,47	—	—
11		100	0,37	0,37	0,45	—	—
12	Calibru tampon	25	0,18	0,24	0,34	—	—
13		50	0,23	0,30	0,44	—	—
14		75	0,26	0,34	0,51	—	—
15		100	0,30	0,39	0,57	—	—
16	Calibru tampon pentru verificarea coaxialității	25	0,16	0,18	0,23	—	—
17		50	0,18	0,22	0,27	—	—
18		75	0,02	0,26	0,31	0,36	—
19	Calibru tampon plat sau incomplet	100	0,30	0,34	0,45	—	—
20		150	0,33	0,40	0,54	—	—
21		250	0,33	0,46	0,62	—	—
22		350	0,52	0,63	0,90	—	—

Tabelul 12.22. **Timpul pentru îndreptarea discurilor abrazive, t_i, min, la prelucrarea pe mașini de rectificat rotund interior**



A. Îndreptarea suprafeței cilindrice, 1

Poz.	Scula de îndreptat, discul abraziv	Suprafața îndreptată	Lățimea pietrei	Diametrul maxim al găurii prelucrate, mm, până la: 130			260			500		
				Rugozitatea R_a, μm								
				3,2—1,6	0,8	0,4	3,2—1,6	0,8	0,4	3,2—1,6	0,8	0,4
				Timpul de îndreptare, t_i min								
1	Diamant unic	1	20	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,4	2,4	2,5
2			30	2,1	2,1	2,1	2,3	2,3	2,3	2,6	2,6	2,6
3			40	2,1	2,1	2,1	2,4	2,4	2,4	2,8	2,8	2,8
4			60	2,5	2,5	2,5	2,8	2,8	2,8	3,0	3,0	3,0
5	Role din plăcuțe dure	1	20	2,6	2,6	3,2	2,8	2,8	3,4	3,1	3,2	3,8
6			30	2,9	2,9	3,6	3,1	3,1	3,8	3,4	3,4	4,2
7			40	3,1	3,1	4,0	3,4	3,4	4,2	3,6	3,7	4,6
8			60	3,7	3,7	4,8	3,9	3,9	5,0	4,1	4,2	5,4
9	Bară de carborundum sau suport cu granule de diamant	1	20	0,38	0,47	0,62	0,44	0,53	0,68	0,48	0,56	0,73
10			30	0,51	0,62	0,82	0,57	0,68	0,88	0,60	0,71	0,93
11			40	0,77	1,00	0,70	0,83	1,10	0,73	0,73	0,86	1,11
12			60	0,90	1,10	1,40	0,96	1,10	1,50	1,00	1,20	1,50

B. Îndreptarea suprafeței frontale, 2 și a **razei** 3

Poz.	Scula de îndreptat discul abraziv	Suprafața îndreptată	Raza R, mm	Diametrul maxim al găurii, mm, până la: 130			260			500		
				Adaosul pe rază, mm								
				0,2	0,5	1,0	0,2	0,5	1,0	0,2	0,5	1,0
				Timpul de îndreptare, t, min								
13	Bară de carborundum sau suport cu granule de diamant	2	0	0,20	—	—	0,26	—	—	0,37	—	—
14		sau	1	0,49	0,45	—	0,55	0,53	—	0,57	0,55	—
15		3	2	0,61	0,47	0,29	0,67	0,51	0,35	0,69	0,55	0,37
16			5	0,76	0,59	0,46	0,82	0,65	0,52	0,84	0,67	0,54
17			10	0,79	0,61	0,48	0,85	0,67	0,54	0,87	0,69	0,56

Tabelul 12.23. **Timpul de deservire organizatorică, t_{do}, min, în procente din timpul operativ, la rectificarea interioară**

Poz.	Metoda de rectificare	Diametrul maxim al găurii, mm, până la: 130	260	500
		Timpul t_{do}, în procente, din T_{op}		
1	Cu răcire	1,7	2',0	2,3
3	Fără răcire	1,4	1,6	1,8

Tabelul 12.24. **Timpul de odihnă şi necesităţi fiziologice, t_{on}, în procente din timpul operativ, la rectificarea interioară**

Poz.	Timpul operativ T_{op}, min	Timpul ajutător t_a, în procente din T_{op}	Masa piesei kg, pînă la:							
			0,5	1,0	3,0	5,0	8,0	12,0	20,0	> 20,0
			Timpul t_{on}, în procente din T_{op}							
1	⩽1,0	>50	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	—	—
2		⩽50	3,0		3,4	4,0	4,5	5,0	—	—
3	1,01–2,5	>50	3,0			3,5	4,0	4,5	5,0	—
4		⩽50	3,0				3,5	4,0	4,5	—
5	2,51–5,00	>50	3,0					3,5	4,0	4,5
6		⩽50	3,0						3,5	4,0
7	>5	—	3,0							

Norma de timp se calculează cu relaţia (12.1).

Timpul de pregătire-încheiere, din tabelul 12.14, poziţiile 1, 6, 7, 14, va fi $T_{pi} = 9 + 10 + 10 + 0{,}7 = 29{,}7$ min.

Timpul de bază se calculează cu relaţia dată în tabelul 12.15

$$[t_b] = \frac{2 \cdot L \cdot A_c}{s_l \cdot n_p \cdot s_t} \cdot K \text{ [min]}.$$

Avansul longitudinal se calculează cu relaţia (12.2), în care $\beta = 0{,}3$, luat din tabelul 12.16, pentru rectificarea de finisare cu raportul $L/d = 2:1$. Rezultă $s_l = 0{,}3 \cdot 20 = 6$ [mm/rot].

Avansul de pătrundere s_t, în mm/cd, din tabelul 12.16, pentru rectificarea de finisare a oţelului călit, are valoarea $s_t = 0{,}002$ mm/cd.

Turaţia piesei se calculează cu relaţia (12.7), iar viteza piesei cu relaţia (12.8), în care, din tabelul 12.17, $C_v = 0{,}054$, $\rho = 0{,}5$; $x = 0{,}9$; $y = 0{,}9$. Durabilitatea discului abraziv, $T = 2{,}5$ minute, se ia din tabelul 12.18. Rezultă

$$v_p = \frac{0{,}054 \cdot 70^{5}}{2{,}5^{06} \cdot 0{,}002^{09} \cdot 0{,}3^{09}} = 32 \text{ [m/min]}.$$

Turaţia piesei va fi $n_p = \frac{1000 \cdot 32}{\pi \cdot 70} = 145$ [rot/min].

Coeficientul K, din tabelul 12.15, pentru rectificarea de finisare, are valoarea $K = 1{,}5$.

Timpul de bază va fi $t_b = \frac{2 \cdot 140 \cdot 0{,}2}{6 \cdot 145 \cdot 0{,}002} \cdot 1{,}5 = 47{,}4$ mm.

Timpul ajutător pentru prinderea şi desprinderea piesei, din tabelul 12.19, poziţia 1, pentru piesă cu masa de 3 kg, va fi $t_{a1} = 0{,}26$ min.

Timpul ajutător pentru comanda mașinii, din tabelul 12.20, pozițiile 2, 3, 7, va fi $t_{a2} = 0{,}04 + 0{,}03 + 0{,}04 = 0{,}11$ min.

Timpul ajutător pentru măsurări de control, din tabelul 12.21, poziția 2, va fi $t_{a5} = 0{,}55$ min.

Timpul ajutător, $t_a = t_{a1} + t_{a2} + t_{a5} = 0{,}26 + 0{,}11 + 0{,}55 = 0{,}92$ min.

Timpul t_{at} pentru deservirea tehnică se calculează cu relația (12.9), în care $t_l = 1{,}9$ min (din tabelul 12.22 poz. 1):

$$t_{at} = \frac{1{,}15 \cdot 1{,}9}{2{,}5} \cdot 47{,}5 = 41{,}42 \text{ min.}$$

Timpul ajutător pentru deservirea organizatorică, din tabelul 12.23, poziția 1, se calculează astfel:

$$t_{ao} = (47{,}5) + (0{,}92)\ 1{,}7/100 = 0{,}82 \text{ min.}$$

Timpul de odihnă și necesități fiziologice, din tabelul 12.24, poziția 7, va fi $t_{on} = (47{,}5 + 0{,}92)\ 3{,}0/100 = 1{,}45$ min.

Norma tehnică de timp pe bucată va fi:

$$N_T = T_{pi}/n + t_b + t_a + t_{at} + t_{ao} + t_{on} = 29{,}7/50 + 47{,}5 + 0{,}92 + 41{,}42 +$$

$$+ 0{,}82 + 1{,}45 = 92{,}7 \text{ minute}; \quad N_T = 92{,}7 \text{ minute.}$$

12.4. Norma tehnică de timp la prelucrarea pe mașini de rectificat plan

Norma tehnică de timp pe bucată se calculează cu relația (12.1).

12.4.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere

Timpii de pregătire-încheiere pentru prelucrarea pe mașini de rectificat plan sînt dați în tabelul 12.25, pentru rectificarea suprafețelor plane pe mașini de rectificat cu masă dreptunghiulară, și în tabelul 12.26, pentru rectificarea suprafețelor plane pe mașini cu masa rotativă.

12.4.2. Determinarea timpului de bază

Relațiile pentru calculul timpului de bază și lungimilor de pătrundere și ieșire, pentru rectificarea plană cu periferia discului abraziv și cu partea frontală a discului abraziv, sînt date în tabelul 12.27.

12.4.3. Elemente ale regimului de așchiere

Pentru determinarea timpului de bază este necesar să se calculeze viteza de avans a mesei (piesei), să se stabilească avansul de trecere s_t și avansul de pătrundere s_p.

Tabelul 12.25. **Timpul de pregătire-încheiere, T_{pi}, min, pentru rectificarea plană, pe mașini cu masa dreptunghiulară**

Poz.	Modul de așezare a piesei		Lungimea maximă a suprafeței de lucru a mesei, mm, până la: 1000	2000
			Timpul T_{pi}, min	
A. Operații curente				
1	Pe masa magnetică		3,0	4,0
2	În dispozitive sau menghine așezate pe masa magnetică fără fixare		4,5	6,0
3	În dispozitive sau menghine așezate pe masa magnetică cu fixare prin șuruburi sau plăci:	Manual	7,0	8,0
4		Cu dispozitiv de ridicare	10,0	11,0
5	Pe masa magnetică prin fixare cu șuruburi și plăci		6,0	7,0
6	Primirea și predarea documentației cu indicațiile necesare, a sculelor, dispozitivelor și aparatelor de măsură		8,0—10,0	
B. Operații suplimentare				
7	Montarea și demontarea mesei magnetice		4,0	5,0
8	Înlocuirea discului abraziv pe mașini cu:	Ax orizontal	6,5	8,5
9		Ax vertical	7,5	9,5
10	Rectificarea mesei magnetice		21,0	26,0
11	Rectificarea pietrei cilindrice după înlocuire, pe partea:	Periferică	3,0	4,0
12		Frontală	1,3	2,0
13	Îndreptarea discului abraziv		0,7	

a. Rectificarea plană cu periferia discului abraziv. *Avansul de trecere* s_t, în milimetri pe o rotație a mesei sau la o cursă dublă, se determină cu relația

$$s_t = \beta_t \cdot B_D \qquad [\text{mm/rot sau mm/cd}], \tag{12.10}$$

în care β_t este avansul de trecere în fracțiuni din lățimea discului abraziv B_D, mm. Valorile avansului de trecere în fracțiuni din lățimea discului abraziv sînt date în tabelul 12.28.

Avansul de pătrundere s_p, mm, s-a stabilit, pentru operația de rectificare de degroșare, în tabelul 12.29 și, pentru operația de rectificare de finisare, în tabelul 12.30.

Gradul de acoperire a mesei, pentru care sînt dați coeficienții de corecție în tabelul 12.29, se calculează cu relațiile:

— pentru mașini cu masă rotundă,

$$A_m = \frac{\sum A_p}{B_M \cdot \pi \cdot D_m}, \tag{12.11}$$

Tabelul 12.26. **Timpul de pregătire-încheiere, T_{pi}, min, pentru rectificarea plană pe mașini cu masa rotativă**

A. Operații curente

Poz.	Modul de așezare a piesei	Diametrul maxim al mesei mm, pînă la: 900	1500
		Timpul T_{pi}, min	
1	Pe masă magnetică	4,0	5,0
2	În dispozitive sau mandrine autocentrante așezate pe masa magnetică fără fixare	5,0	7,0
3	În dispozitive speciale așezate pe masa mașinii prin fixare cu șuruburi și plăci	7,5	9,0
4	Primirea și predarea documentației, a comenzilor cu indicațiile necesare, a sculelor, dispozitivelor și aparatelor de măsură	8,0—10,0	

B. Operații suplimentare

5	Montarea și demontarea mesei magnetice			3,5	5,0
6	Schimbarea discului abraziv cu forma:		Disc	6,0	10,0
7			Segmenți	7,0	12,0
8			Oală	7,0	10,0
9	Îndreptarea discului abraziv după schimbare	Disc	Pe diametru	2,5	4,0
10			Pe o parte frontală	1,5	2,2
11			O rază	0,5	0,5
12		Segmenți		1,5	2,0
13		Oală		2,5	3,0
14	Rectificarea mesei magnetice			20,0	25,0
15	Îndreptarea discului abraziv			0,7	

— pentru mașini cu masa dreptunghiulară,

$$A_m = \frac{\sum A_p}{B_M \cdot L_M}, \qquad (12.12)$$

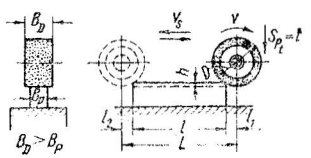
în care, așa cum se prezintă în fig. 12.14, ΣA_p este suprafața efectivă de rectificat, mm², B_M — lățimea de umplere a masei, mm, D_m — diametrul mediu al zonei de umplere a mesei, mm, și L_M — lungimea de umplere a mesei, mm.

Suprafața efectivă se determină cu relația

$$\Sigma A_p = A \cdot n \quad [\text{mm}^2], \qquad (12.13)$$

în care A este suprafața unei piese, mm^2, n-numărul de piese care se rectifică simultan.

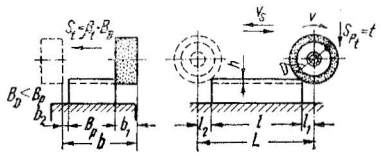
Tabelul 12.27. **Relaţii pentru calculul timpului de bază, t_b, min, şi a lungimilor de intrare şi ieşire, la maşini de rectificat plan**



Pentru fiecare cursă simplă a mesei,

$$t_b = \frac{l + l_1 + l_2}{1000 \cdot v_m} \cdot \frac{A_c}{t} \cdot \frac{1}{n} \cdot k; \quad k_d = 1{,}15 \ldots 1{,}35;$$

$l_1 + l_2 = (10 \ldots 15)$ mm; $\quad k_f = 1{,}25 \ldots 1{,}50$

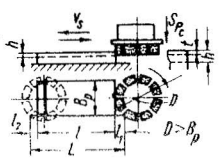


Pentru fiecare cursă simplă de trecere,

$$t_b = \frac{l + l_1 + l_2}{1000 \cdot v_m} \cdot \frac{B_p + B_D + 5}{\beta_t \cdot B_D} \cdot \frac{A_c}{t} \cdot \frac{1}{n} \cdot k;$$

$k_d = 1{,}15 \ldots 1{,}35$;

$l_1 + l_2 = (10 \ldots 15)$ mm; $\quad k_f = 1{,}25 \ldots 1{,}50$



$$t_b = \frac{l + l_1 + l_2}{1000 \cdot v_m} \cdot \frac{A_c}{t} \cdot \frac{1}{n} \cdot k; \quad k_d = 1{,}2 \cdots 2{,}0;$$

$l_1 = 0{,}5\,(D - \sqrt{D^2 - B_p^2})$; $\quad k_f = 1{,}2 \cdots 1{,}5$

$l_2 = (5 \cdots 10)$ mm;

Diametrul discului, D, mm	Lăţimea suprafeţei de rectificat B_p, mm																					Distanţa l_2, mm
	20	25	30	40	50	60	80	100	120	140	160	180	200	225	250	300	350	400	450	500	600	
	Distanţa de pătrundere, l_1, mm $[l_2 = 0{,}5\,(D - \sqrt{D^2 - B_p^2})]$																					
100	1,0	1,6	3,0	4,5	7,5	11,5	25,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
110	—	1,5	2,0	4,0	6,0	9,0	17,0	32,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
124	—	1,3	1,7	3,4	5,3	7,8	14,5	25,0	35,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
130	—	1,1	1,7	3,2	5,0	7,3	13,5	23,5	40,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
150	—	1,1	1,5	2,8	4,3	6,8	11,5	19,5	30,0	56,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7
160	—	1,0	1,4	2,5	4,0	5,9	10,7	17,5	27,0	41,0	50,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
175	—	1,0	1,2	2,2	3,5	5,5	9,5	15,5	23,7	35,0	51,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200	—	—	1,2	2,0	3,0	4,8	8,2	13,2	20,0	28,5	40,0	56,0	100,0	—	—	—	—	—	—	—	—	
225	—	—	—	—	2,5	4,0	7,5	11,5	17,0	24,5	33,5	44,5	60,5	112,5	—	—	—	—	—	—	—	
250	—	—	—	—	—	3,5	6,5	10,5	15,5	21,5	20,0	38,0	50,0	70,5	125,0	—	—	—	—	—	—	8
300	—	—	—	—	—	—	5,5	8,5	12,5	17,5	23,0	30,0	33,0	52,0	67,0	150,0	—	—	—	—	—	
350	—	—	—	—	—	—	—	7,0	10,5	15,0	19,5	25,0	31,0	46,0	52,5	85,0	175,0	—	—	—	—	9
400	—	—	—	—	—	—	—	6,0	9,0	12,5	16,0	21,0	27,0	35,0	44,0	67,5	104,0	200,0	—	—	—	
450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15,0	18,0	23,0	30,0	37,6	57,0	84,0	116,0	225,0	—	—	
500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21,0	27,0	34,0	50,0	71,0	100,0	141,0	250,0	—	
600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17,0	22,0	28,0	50,0	56,0	72,0	102,0	134,0	300,0	10
750	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18,0	22,0	32,0	43,0	58,0	75,0	96,0	150,0	

Observaţii. **1.** S-a notat: k_d — coeficientul k pentru faza de degroşare; k_f — coeficientul k pentru faza de finisare. **2.** Cu n s-a notat numărul de piese prelucrate simultan. **3.** Distanţa l_2 se ia indiferent de lăţimea B_p.

Tabelul 12.28. **Valori pentru avansul de trecere, în fracțiuni din lățimea discului, la mașini de rectificat plan cu periferia discului abraziv**

Natura operației	Rugozitatea suprafeței prelucrate R_a, μm	β_t
Degroșare	6,3—3,2	0,80
	3,2—1,6	0,63
Finisare	1,6—0,8	0,50
	0,8—0,4	0,25

Dacă pe mașini de rectificat cu masa dreptunghiulară se rectifică scule, se recomandă următoarele valori pentru avansul de trecere s_t și avansul de pătrundere s_p:

— pentru avansul de trecere:
  — degroșare, 1...2 mm/cd;
  — finisare, 1...1,5 mm/cd;
— pentru avansul de pătrundere:
  — degroșare, 0,05...0,150 mm.

Viteza de avans a mesei (piesei) v_m se determină, în funcție de mașina de rectificat, astfel:

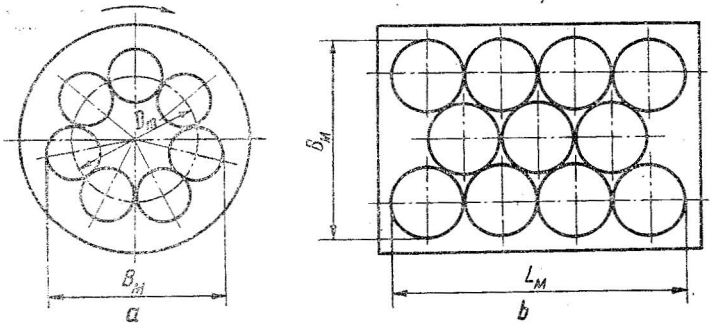


Fig. 12.14. Gradul de acoperire a mesei: *a* — rotative; *b* — dreptunghiulare.

Tabelul 12.29. **Avansul de pătrundere s_p, mm, pentru operația de degroșare, pentru mașini de rectificat plan cu periferia discului abraziv**

β_t	Viteza de avans a mesei v_m, m/min, pînă la:							
0,63	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0	25,0	32,0	—
0,80	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0	25,0	32,0
Durabilitatea medie, T, min	Avansul de pătrundere, s_p, mm							
4,0	0,040	0,030	0,025	0,020	0,016	0,013	0,010	0,008
6,3	0,030	0,025	0,020	0,016	0,013	0,010	0,008	0,006
10,0	0,025	0,020	0,016	0,013	0,018	0,008	0,006	0,005
12,0	0,020	0,016	0,013	0,010	0,008	0,006	0,005	0,004

Coeficienții de corecție ai avansului de pătrundere

A. În funcție de natura materialului de prelucrat

Natura materialului	Diametrul discului abraziv D, mm, pînă la:			
	250	320	400	500
Oțel necălit	0,82	0,91	1,00	1,12
Oțel călit cu *HRC* 35 ... 40	0,78	0,87	0,95	1,06
Oțel călit cu *HRC* > 40	0,70	0,78	0,85	0,96
Fontă	0,86	0,96	1,05	1,17

B. În funcție de gradul de acoperire a mesei

Gradul de acoperire, A_m	0,25	0,32	0,40	0,50	0,63	0,80	1,00
Coeficient de corecție	1,40	1,25	1,12	1,00	0,90	0,80	0,71

Tabelul 12.30. **Avansul de pătrundere pentru rectificarea de finisare, pe mașini de rectificat plan cu periferia discului abraziv**

Viteza mesei, v_m m/min	Avansul de trecere, s_t, mm/rot, până la:							
	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	20,0	25,0	32,0
	Avansul de pătrundere, sp, mm							
10,0	0,045	0,036	0,029	0,022	0,018	0,015	0,012	0,009
12,5	0,036	0,029	0,022	0,018	0,015	0,012	0,009	0,007
16,0	0,029	0,022	0,018	0,015	0,012	0,009	0,007	0,005
20,0	0,022	0,018	0,015	0,012	0,009	0,007	0,005	0,004
25,0	0,018	0,015	0,012	0,009	0,007	0,005	0,004	0,003
32,0	0,015	0,012	0,009	0,007	0,005	0,004	0,003	0,002
40,0	0,012	0,009	0,007	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001

Coeficienți de corecție ai avansului de pătrundere

A. Funcție de precizia dimensiunii de prelucrat și de adaosul de prelucrare

Precizia dimensiunii, mm, până la:	Adaosul total de prelucrare, A_c, până la:						
	0,15	0,20	0,25	0,32	0,45	0,55	0,65
	Coeficienți de corecție						
0,02	0,32	0,40	0,50	0,63	0,80	1,00	1,25
0,03	0,40	0,50	0,63	0,80	1,00	1,25	1,60
0,05	0,50	0,63	0,80	1,00	1,25	1,60	2,00
0,08	0,63	0,80	1,00	1,25	1,60	2,00	2,50

B. În funcție de natura materialului de prelucrat

Natura materialului	Diametrul discului abraziv, D, mm, până la:			
	250	320	400	500
	Coeficienți de corecție			
Oțel necălit	0,96	1,10	1,20	1,30
Oțel călit cu *HRC* 35 ... 40	0,80	0,90	1,00	1,10
Oțel călit cu *HRC* > 40	0,56	0,63	0,70	0,80
Fontă	1,28	1,45	1,60	1,75

C. În funcție de gradul de acoperire a mesei

Gradul de acoperire a mesei, A_m	0,25	0,32	0,40	0,50	0,63	0,80	1,00
Coeficient de corecție	1,40	1,25	1,12	1,00	0,90	0,80	0,75

— pentru mașini cu masă dreptunghiulară:

$$v_m = \frac{C_{vd}}{T^{0,7} \cdot \beta_t \cdot t^{0,75}} \text{ [m/min]}; \qquad (12.14)$$

— pentru mașini cu masa rotativă:

$$v_m = \frac{C_{vr}}{T^{0,35} \cdot \beta_t \cdot t} \quad [\text{m/min}], \tag{12.15}$$

în care C_{vd} și C_{vr} sînt coeficienți care depind de natura materialului de prelucrat pe mașini de rectificat cu masă dreptunghiulară, respectiv rotativă, pentru care se recomandă valorile: — pentru oțel călit, $C_{vd} = 2,25$; $C_{vr} = 0,48$; — pentru oțel necălit, $C_{vd} = 2,50$; $C_{vr} = 0,53$ — pentru fontă, $C_{vd} = 2,90$; $C_{vr} = 0,62$.

Pentru durabilitatea discurilor abrazive T se recomandă valoarea de 15 minute. Dacă se alege altă valoare, din tabelul 12.31, se vor folosi coeficienți de corecție pentru viteză dați în tabelul 12.32.

Tabelul 12.31. **Durabilitatea medie a discurilor abrazive, T, min, la mașini de rectificat plan**

Natura operației											
Degroșare					Finisare						
Felul prelucrării											
Cu periferia discului abraziv									Cu partea frontală a discului abraziv		
Lățimea discului abraziv B_D, mm	Diametrul discului abraziv D, mm				Precizia dimensiunii de prelucrat, mm						
	250	320	400	500	0,02	0,03	0,05	0,08	0,05	0,08	0,12
	Durabilitatea medie, T, min										
≤40	4,0	5,0	6,3	7,0	40	32	25	30	5	6	7
>40	6,3	7,0	8,0	10,0							

Tabelul 12.32. **Coeficienți de corecție a vitezei mesei în funcție de durabilitatea discului abraziv, la prelucrarea pe mașini de rectificat plan**

Durabilitatea discului abraziv T min	10	15	20	30	40
Coeficienți de corecție	1,3	1,0	0,8	0,6	0,5

b. **Rectificarea cu partea frontală a discului abraziv.** La rectificarea cu partea frontală a discului abraziv, indiferent de tipul mașinii de rectificat, există numai avans de pătrundere s_p, în mm/rot sau mm/cd.

Valorile avansului de pătrundere sînt date în tabelul 12.33, pentru rectificarea de degroșare, și în tabelul 12.34, pentru rectificarea de finisare.

Lățimea de așchiere raportată B_r, mm, față de care se dau valorile avansului de pătrundere se calculează cu relațiile:

— pentru mașini cu masa rotativă,

$$B_r = \frac{\Sigma A_p}{\pi \cdot D_m} \quad [\text{mm}]; \tag{12.26}$$

Tabelul 12.33. **Avansul de pătrundere pentru rectificarea de degroşare, la maşini de rectificat plan cu partea frontală a discului abraziv**

Viteza mesei v_m, m/min	Lăţimea de aşchiere raportată, B_r, mm pînă la:						
	20	32	50	80	125	200	320
	Avansul de pătrundere, s_p, mm/rot sau mm/c.d.s						
10,0	0,065	0,048	0,033	0,023	0,017	0,012	0,009
12,5	0,054	0,040	0,027	0,019	0,014	0,010	0,007
16,0	0,044	0,032	0,022	0,015	0,011	0,008	0,006
20,0	0,033	0,024	0,016	0,012	0,009	0,006	0,005
25,0	0,026	0,019	0,013	0,009	0,007	0,005	0,004
32,0	0,022	0,016	0,011	0,008	0,006	0,004	0,003
40,0	0,016	0,012	0,008	0,006	0,004	0,003	0,002

Coeficienţi de corecţie funcţie de natura materialului de prelucrat

Materialul	Coeficient de corecţie	Materialul	Coeficient de corecţie
Oţel călit cu *HRC* 30 ... 40	0,95	Oţel călit cu *HRC* > 40	0,85
		Oţel necălit	1,00
		Fontă	1,05

Observaţie. Pentru viteza mesei se recomandă: $v_m = 10 \ldots 20$ m/min pentru oţel necălit şi fontă; $v_m = 20 \ldots 40$ m/min pentru oţel călit.

— pentru maşini cu masa dreptunghiulară,

$$B_r = \frac{\Sigma A_m}{L_M} \quad [\text{mm}], \tag{12.17}$$

în care D_m şi L_M au semnificaţiile din fig. 12.14, iar ΣA_p se calculează cu relaţia (12.13).

Viteza mesei v_m, m/min, la prelucrarea pe maşini cu masă rotativă, se determină cu relaţiile:

— pentru prelucrarea oţelului necălit,

$$v_m = \frac{C_v}{T^{0,85} \cdot B_r^{0,9} \cdot t} \quad [\text{m/min}]; \tag{12.18}$$

— pentru prelucrarea oţelului călit,

$$v_m = \frac{C_v}{T^{0,65} \cdot B_r^{0,7} \cdot t} \quad [\text{m/min}]; \tag{12.19}$$

— pentru prelucrarea fontei,

$$v_m = \frac{C_v}{T \cdot B_r \cdot t^{0,75}} \quad [\text{m/min}]. \tag{12.20}$$

Tabelul 12.34. **Avansul de pătrundere la rectificarea de finisare, pe mașini de rectificat plan cu partea frontală a discului abraziv**

Viteza mesei v_m, m/min	Lățimea de așchiere raportată, B_r, mm, până la:						
	20	32	50	80	125	200	320
	Avansul de pătrundere, s_p, mm/rot sau mm/c.d.						
10	0,024	0,020	0,016	0,013	0,010	0,008	0,007
12,5	0,020	0,016	0,013	0,010	0,008	0,007	0,006
16	0,016	0,013	0,010	0,008	0,007	0,006	0,005
20	0,013	0,010	0,008	0,007	0,006	0,005	0,004
25	0,010	0,008	0,007	0,006	0,005	0,004	0,003
32	0,008	0,007	0,006	0,005	0,004	0,003	0,002
40	0,007	0,006	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001

Coeficienți de corecție ai avansului de pătrundere

A. În funcție de precizia dimensiunii și de adaosul de prelucrare

Precizia dimensiunii, mm, până la	Adaosul de prelucrare, A_c, mm, până la:						
	0,15	0,20	0,25	0,35	0,45	0,55	0,65
	Coeficienți de corecție						
0,03	0,40	0,50	0,63	0,80	1,00	1,25	1,60
0,05	0,50	0,63	0,80	1,00	1,25	1,60	2,00
0,07	0,63	0,80	1,00	1,25	1,60	2,00	2,25

B. În funcție de natura materialului de prelucrat

Natura materialului	Diametrul discului abraziv, D, mm, până la:		
	320	500	800
	Coeficienți de corecție		
Oțel necălit	1,00	1,20	1,60
Oțel călit cu HRC 35 ... 40	0,80	1,00	1,20
Oțel călit cu $HRC > 40$	0,55	0,70	0,88
Fontă	1,20	1,60	2,00

Observație. Pentru viteza mesei se recomandă: $v = 10 \ldots 25$ m/min pentru oțel necălit; $v_m = 16 \ldots 40$ m/min pentru oțel călit și fontă.

Coeficientul C_v, care ține seama de natura materialului care se prelucrează, este dat în tabelul 12.35.

12.4.4. Determinarea timpilor ajutători

Pentru rectificarea suprafețelor plane pe mașini de rectificat plan cu masa rotativă sau dreptunghiulară se consideră ca timpi ajutători, timpul t_{a1}, pentru prinderea și desprinderea piesei, timpul t_{a2} pentru comanda mașinii, și timpul t_{a5} pentru măsurări de control.

Timpul pentru prinderea și desprinderea piesei este dat în tabelul 12.36, iar timpul pentru comanda mașinii este dat în tabelul 12.37.

Tabelul 12.35. **Valorile coeficientului C_v din relațiile vitezei mesei, la prelucrarea pe mașini de rectificat plan cu partea frontală a discului abraziv**

Materialul de prelucrat	Caracteristicile discului abraziv	C
Oțel necălit	Electrocorindon, liant ceramic, circular, 80; K — L	90
	Electrocorindon, liant ceramic, circular, 50; K — L	92
	Electrocorindon, liant ceramic, segmenți, 50; K — L	106
Oțel călit	Electrocorindon, liant ceramic, circular, 50; K — L	15
	Electrocorindon, liant ceramic, circular, 80; K — L	17
	Electrocorindon, liant ceramic, segmenți 80; K — L	21
Fontă	Carbură siliciu, liant ceramic, segmenți, 50; L — M	570
	Carbură siliciu, liant ceramic, circular, 80; L — M	594
	Carbură siliciu, liant ceramic, segmenți, 80; K — L	912

Timpul pentru măsurări de control se va lua din tabelele 12.10 sau 12.21, în funcție de instrumentul de măsură folosit.

12.4.5. Determinarea timpilor de deservire

Timpul de deservire tehnică t_{dt} se determină cu relația

$$t_{dt} = 1{,}1 \cdot t_i \cdot t_b / T \quad [\text{min}], \tag{12.21}$$

în care t_i este timpul pentru îndreptarea discului abraziv dat în tabelul 12.38, T — durabilitatea discului abraziv, min, t_b — timpul de bază, min.

Timpul de deservire organizatorică, t_{do} se dă în tabelul 12.39 în procente din timpul operativ.

12.4.6. Determinarea timpului de odihnă și necesități fiziologice

Timpul de odihnă și necesități fiziologice t_{on}, pentru prelucrarea pe mașini de rectificat plan se va lua din tabelul 12.24.

12.4.7. Exemplu de calcul

Să se determine norma tehnică de timp pentru rectificarea de finisare a unei piese din oțel, tratată termic, cu dimensiunile și amplasarea pe masa magnetică rotativă a mașinii de rectificat plan cu periferia discului abraziv conform fig. 12.15. Se folosește disc abraziv E40KC — 400 × 50 × 205. Se prelucrează un lot de 100 bucăți. Adaosul de prelucrare $A_c = 0{,}5$ mm.

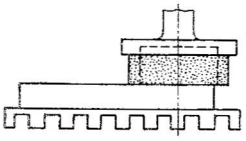
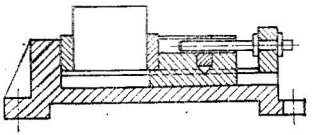
Timpul de pregătire-încheiere din tabelul 12.26, poz. 1, 4, 9 și 15, va fi $T_{pi} = 4 + 10 + 2{,}5 + 0{,}7 = 17{,}2$ min.

Timpul de bază se determină cu relația (tabelul 12.27)

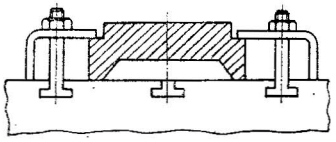
$$t_b = \frac{l + l_1 + l_2}{1000 v_m} \cdot \frac{B_p + B_D + 5}{\beta_t \cdot B_D} \cdot \frac{A_c}{t} \cdot \frac{1}{n} K,$$

Tabelul 12.36. **Timpi ajutători pentru prinderea-desprinderea piesei, t_{a2} min. la mașini de rectificat plan**

A. Manipulare manuală

Poz.	Modul de prindere a piesei	Verificarea centrării	Număr de piese prelucrate simultan	Masa piesei, kg, pînă la: 0,25	0,50	1,00	3,00	5,00	8,00	12,00	20,0
				Timpul de bucată, t_{a1}, min							
1	Pe masă magnetică 	Fără verificare	1	0,42	0,46	0,50	0,54	0,60	0,64	0,70	0,86
2			3	0,19	0,24	0,24	0,28	0,32	0,36	0,40	0,44
2			5	0,13	0,16	0,20	0,22	0,26	0,28	0,30	0,32
4			10	0,08	0,11	0,13	0,15	0,16	0,18	0,20	0,22
5			25	0,06	0,07	0,08	—	—	—	—	—
6			50	0,05	0,06	0,07	—	—	—	—	—
7			75	0,04	0,05	0,05	—	—	—	—	—
8			100	0,038	0,046	—	—	—	—	—	—
9			150	0,036	0,040	—	—	—	—	—	—
10			200	0,034	—	—	—	—	—	—	—
11	În menghină cu strîngere mecanică cu șurub 	Fără verificare	1	—	0,32	0,34	0,37	0,41	0,46	0,58	0,69
12			2	—	0,21	0,24	0,27	0,31	0,37	—	—
13			3	—	0,16	0,18	0,22	0,27	0,32	—	—
14			4	—	0,14	0,16	0,20	0,24	—	—	—
15			6	—	0,12	0,14	0,17	—	—	—	—
16			8	—	0,11	0,12	0,15	—	—	—	—
17			10	—	0,104	0,11	0,14	—	—	—	—
18		Cu verificare	1	—	0,57	0,62	0,68	0,75	0,83	0,94	1,19

B. Manipulare cu ajutorul mașinilor de ridicat

Poz.			Masa piesei, kg, pînă la: 30	50	80	120	200	300
			Timpul, t_{a1} min					
19	Palan electric sau pneumatic	Fără verificarea centrării	2,90	3,00	3,30	3,60	3,90	4,30
20		Cu verificarea centrării	3,70	3,90	4,30	4,70	5,20	5,70
21	Pod rulant electric	Fără verificarea centrării	3,40	3,50	3,80	4,20	4,50	5,00
22		Cu verificarea centrării	4,30	4,50	5,00	5,40	6,00	6,50

Observații. **1.** Valorile date sînt pentru prinderea fără apărătoare. La prinderea apărătorii se adaugă 0,4 minute pentru fiecare set de piese prinse împreună. **2.** În cazul prinderii pieselor cu mai mult de două șuruburi, pentru fiecare șurub în plus se va adăuga cîte 0,4 minute. **3.** Pentru curățirea mesei de așchii se adaogă 0,16 minute la fiecare set de piese prinse împreună.

Tabelul 12.37. **Timpi ajutători pentru comanda mașinii, t_{a2}, min, la mașini de rectificat plan**

Poz.	Felul mînuirilor și mișcărilor de comandă		Dimensiunea prelucrată, mm	
			⩽1500	>1500
			Timpul t_{a2}, min	
1	Apropierea sau retragerea :	piesei de piatră	0,06	0,17
2		pietrei de piesă	0,10	0,20
3	Pornirea avansului de trecere		0,03	0,04
4	Cuplarea sau decuplarea vitezei mesei		0,03	0,04
5	Schimbarea mărimii vitezei de avans sau a mărimii avansului de trecere		0,05	0,07
6	Schimbarea lungimii cursei de apropiere a suportului pietrei, păpușii mobile portpiatră sau portpiesă, sau a axului portpiatră		0,08	0,09
7	Pornirea și oprirea lichidului de răcire		0,04	

Observații. **1.** Decuplarea avansului de trecere se suprapune cu timpul de bază. **2.** Cuplarea și decuplarea avansului de pătrundere și schimbarea mărimii lui se suprapune cu timpul de bază.

în care $l = D_m = 328$ mm (fig. 12.15), $l_1 + l_2 = 15$ mm (tabel 12.27), $n = 10$ bucăți (fig. 12.15), $B_p = d = 30$ mm, $B_D = 50$ mm, $A_c = 0{,}5$ mm, $K = 1{,}5$ (tabelul 12.27).

Tabelul 12.38. **Timpul de îndreptare a discului abraziv, $t_{\hat{i}}$, min, la mașini de rectificat plan**

Poz.	Scula de îndreptat	Suprafața de îndreptat	Lățimea discului abraziv B_a, mm	Lungimea (diametrul) mesei, mm, pînă la :								
				(400)			1000(900)			2000(1500)		
				Rugozitatea suprafeței, R_a, μm								
				3,2–1,6	0,8	0,4	3,2–1,6	0,8	0,4	3,2–1,6	0,8	0,4
				Timpul de îndreptare, $t_{\hat{i}}$, min								
1	Diamant	1	20	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8
2			40	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,8	1,9	2,1
3			60	1,8	1,9	2,0	1,9	2,0	2,2	2,1	2,2	2,4
4		2	10	1,3	1,4	1,6	1,4	1,5	1,7	1,6	1,7	1,8
5			10	1,1	1,2	1,3	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
6	Role cu plăcuțe	1	20	1,2	1,3	2,1	1,4	1,5	2,3	1,5	1,7	2,4
7	dure sau pietre		40	1,4	1,5	2,7	1,6	1,7	2,8	1,7	1,9	3,0
8	abrazive		60	1,6	1,7	3,3	1,8	1,9	3,5	1,9	2,1	3,6
9	Disc metalic	1	20	1,4	—	—	1,5	—	—	1,6	—	—
10			40	1,6	—	—	1,7	—	—	1,9	—	—
11			60	1,8	—	—	1,9	—	—	2,1	—	—
12	Bare de carborundum	1	20	0,4	0,5	0,6	0,4	0,5	0,7	0,5	0,6	0,7
13			40	0,6	0,8	1,0	0,7	0,8	1,1	0,7	0,9	1,1
14			60	0,9	0,1	—	1,0	1,1	—	1,0	1,2	—
15		2	10	0,2	0,2	—	0,3	0,3	—	0,4	0,4	—

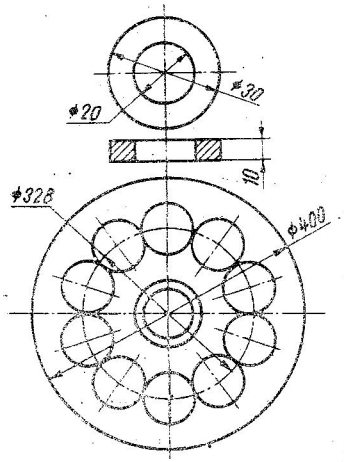


Fig. 12.15. Așezarea pieselor pe masa mașinii.

Tabelul 12.39. **Timpi de deservire organizatorică, t_{do}, în procente din timpul operativ, la mașini de rectificat plan**

Poz.	Metoda de rectificare	Lungimea (diametrul) mesei, mm, pînă la: (400)	1000(900)	2000(1500)
		Timpul t_{do}, în % din T_{op}		
1	Cu răcire	1,5	1,8	2,1
2	Fără răcire	1,1	1,3	1,6

Avansul de trecere, în fracțiuni din lățimea discului abraziv, $\beta_t = 0{,}25$ (tabel 12.28 pentru finisare).

Avansul de trecere longitudinal, se determină cu relația (12.10)

$$s_t = \beta_t \cdot B_D = 0{,}25 \cdot 50 = 12{,}5 \text{ [mm/rot]}.$$

Avansul de pătrundere, din tabelul 12.30, $s_p = 0{,}015$ mm.

Viteza periferică a mesei se determină cu relația (12.15)

$$v_m = \frac{C_{vr}}{T^{0,35} \cdot \beta_t \cdot t} = \frac{0{,}48}{32^{0,35} \cdot 0{,}25 \cdot 0{,}015} = 37 \text{ [m/min]},$$

în care $C_{vr} = 0{,}48$ și $T = 32$ minute (tabelul 12.31).

Timpul de bază va fi $t_b = \frac{328 + 15}{1000 \cdot 37} \cdot \frac{30 + 50 + 5}{12{,}5} \cdot 1{,}5 = 3{,}18$ [min]

Timpul ajutător pentru prinderea și desprinderea piesei (tabelul 12.36, poz. 4), $t_{a1} = 0{,}08$ [min].

Timpul ajutător pentru comanda mașinii (tabelul 12.37, poz. 2, 3, 7 este $t_{a2} = 0{,}1 + 0{,}03 + 0{,}04 = 0{,}17$ [min].

Timpul pentru măsurări de control (tabelul 12, 10, poz. 1) este $t_{a5} = 0{,}29$ [min].

Timpul ajutător $t_a = t_{a1} + t_{a2} + t_{a5} = 0{,}08 + 0{,}17 + 0{,}29 = 0{,}54$ [min].

Timpul pentru deservirea tehnică se determină cu relația $t_{dt} = 1{,}1 \cdot 2 \cdot 3{,}18/32 = 0{,}22$ [min], în care $t_i = 2{,}0$ min (tabelul 12.38, poz 3).

Timpul pentru deservirea organizatorică (tabelul 12.39, poz. 1) $t_{do} = 1{,}8(3{,}18 + 0{,}54)/100 = 0{,}07$ min.

Timpul de odihnă și necesități fiziologice (tabelul 12,24, poz. 6) va fi $t_{od} = (3{,}18 + 0{,}54)\ 3{,}0/100 = 0{,}11$ minute.

Norma tehnică de timp pe bucată va fi $N_T = T_{pi}/n + t_b + t_a + t_{dt} + t_{do} + t_{on} = \frac{17,2}{100} + 3,18 + 0,54 + 0,22 + 0,07 + 0,11 = 4,29$ min; $N_T = 4,29$ minute

12.5. Norma tehnică de timp la prelucrarea pe mașini de rectificat fără centre

12.5.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere

Timpul de pregătire-încheiere T_{pi} este dat în tabelul 12.40.

Tabelul 12.40. **Timpi de pregătire-încheiere, T_{pi}, min, la mașini de rectificat fără centre**

A. Operații curente

Poz.	Modul de așezare a piesei	Metoda de rectificare		Adaosul de prelucrare, mm: ≤ 0,03	Adaosul de prelucrare, mm: > 0,03
				Timpul, T_{pi}, min	
1	Pe lineal de susținere	Rectificare longitudinală sau de pătrundere fără opritor longitudinal	Cu schimbarea linealului de susținere	17,0	15,0
2			Fără schimbarea linealului de susținere	11,0	9,0
3		Rectificarea de pătrundere cu opritori longitudinali	Cu schimbarea linealului de susținere	20,0	18,0
4			Fără schimbarea linealului de susținere	13,0	11,0
5	Primirea și predarea documentației sau a comenzii, cu indicațiile necesare, a sculelor, dispozitivelor și aparatelor de măsură			8,0 ... 10,0	

B. Operații suplimentare

6	Montarea și demontarea jgheaburilor		2,0
7	Montarea împingătorului hidraulic		8,5
8	Montarea și demontarea opritorului longitudinal (fără împingător)		1,5
9	Schimbarea discului abraziv așchietor sau conducător		8,0
10	Îndreptarea discului abraziv (de degroșare)	pe diametru (cilindric)	3,0
11		pe diametrul (profilat)	4,0
12		frontal sau pe rază	0,5
13	Îndreptarea discului conducător	Fără reglarea unghiului de înclinare a axei discului conducător	6,0
14		Cu reglarea înclinării axei discului conducător	9,0
15	Prelucrarea din câteva treceri — la fiecare trecere se schimbă una din condiții		7,0

12.5.2. Determinarea timpului de bază

Timpul de bază la rectificarea pe mașini de rectificat fără centre se determină cu relația:

$$t_b = \frac{l + l_1 + l_2}{s \cdot n_p} \, i = \frac{l \cdot n + B}{s_m \cdot n_p} i \cdot k \ \text{[min]}, \tag{12.22}$$

în care: l este lungimea piesei, mm; $l_1 + l_2 = B$, cu B notîndu-se lățimea discului abraziv, mm;

s — avansul în mm/rot;
n_p — turația piesei rot/min;
i — numărul de treceri;
k — coeficient care depinde de natura operației;
s_m — viteza de avans longitudinal, mm/min;
n — numărul de piese din lotul care se prelucrează.

Pentru k se recomandă valorile:
a) rectificarea cu avans longitudinal:
— de degroșare, $k = 1{,}05 \ldots 1{,}2$; — de finisare, $k = 1{,}05 \ldots 1{,}2$;
b) rectificarca cu avans de pătrundere,
— de degroșare, $k = 1{,}05 \ldots 1{,}1$; — de finisare, $k = 1{,}10 \ldots 1{,}2$.

12.5.3. Elemente ale regimului de așchiere

Avansul longitudinal al piesei, la rectificarea prin metoda avansului longitudinal, se calculează cu relația

$$s_l = \pi \cdot d_p \cdot \operatorname{tg}\alpha \ \text{[mm/rot]}, \tag{12.23}$$

în care d_p este diametrul piesei, mm, iar α — unghiul de înclinare a axei discului conducător, grade.

Viteza de avans longitudinal se calculează cu relația

$$s_m = \pi \cdot D_{dc} \cdot n_{dc} \cdot \sin\alpha \cdot \gamma_l \ \text{[mm/min]}, \tag{12.24}$$

în care D_{dc} este diametrul discului conducător, mm, n_{dc} — turația discului conducător, rot/min, iar $\gamma_l = 0{,}9 \ldots 0{,}95$ este un coeficient de alunecare a piesei pe discul conducător.

La rectificarea prin metoda avansului de pătrundere, pentru avansul de pătrundere se recomandă:

— la rectificarea de degroșare, 0,002...0,010 mm/rot.
— la rectificarea de finisare, 0,002...0,005 mm/rot.

Pentru operația de rectificare de finisare numărul de treceri care se execută este în funcție de diametrul piesei, lățimea discului abraziv și clasa de precizie (tabelul 12.41).

Unghiul de înclinare a axei discului conducător și avansul de pătrundere la rectificarea prin metoda avansului longitudinal sînt date în tabelul 12.42.

Turația piesei se calculează cu relația

$$n_p = \frac{1000\, v_p}{\pi \cdot d_p} \quad [\text{rot/min}], \tag{12.25}$$

Tabelul 12.41. **Numărul de treceri la rectificarea de finisare prin metoda avansului longitudinal, la mașini de rectificat fără centre**

Treapta de precizie ISO	Lățimea discului abraziv, B, mm	Diametrul piesei d_p, mm, pînă la: 16	40	100
		Număr de treceri, i		
5	⩽100	3	4	5
	101—250	2	3	4
	>250	1	2	3
6—7	⩽100	3	4	5
	101—250	2	3	4
	>250	1	2	3
8	⩽100	3	3	4
	101—250	2	2	3
	>250	1	1	2
9	⩽100	2	3	3
	101—250	1	2	2
	>250	—	1	1

Tabelul 12.42. **Avansul de pătrundere și unghiul de înclinare la rectificarea cu avans longitudinal, pe mașini de rectificat fără centre**

Diametrul piesei d_p, mm	Avansul de pătrundere s_t, mm	Unghiul de înclinare α
⩽5	0,04—0,05	3,0—4,0
6—10	0,05—0,06	3,0—4,0
11—20	0,06—0,10	2,5—3,5
21—45	0,10—0,20	2,5—3,5
46—70	0,15—0,30	2,0—3,0
71—120	0,20—0,35	1,5—2,5
121—180	0,25—0,40	1,5—2,0

în care v_p este viteza piesei care se determină cu relațiile:

— la prelucrarea prin metoda avansului longitudinal,

$$v_p = \frac{C_v \cdot d_p^{0,3}}{T^{0,5} \cdot 2t \cdot s_l} \quad [\text{m/min}], \; ; \tag{12.26}$$

— la rectificarea prin pătrundere,

$$v_p = \frac{C_v \cdot d_p^{0,3}}{T^{0,5} \cdot (2t)^{0,65}} \quad [\text{m/min}]; \tag{12.27}$$

în care: d_p este diametrul piesei, mm;

T — durabilitatea discului abraziv, min;

t — avansul de pătrundere (adîncimea de rectificare) în mm/trecere;

s — avansul longitudinal în mm/rot;

C_v — un coeficient de corecție care ține seama de natura materialului de prelucrat pentru care se recomandă valorile:

a) la rectificarea cu avans longitudinal,

— pentru oțel necălit, $C_v = 28$; — pentru oțel călit, $C_v = 23$;

b) la rectificarea prin pătrundere,

— pentru oțel necălit, $C_v = 0{,}90 \ldots 1{,}0$; — pentru oțel călit, $C_v = 0{,}85 \ldots 0{,}90$.

Durabilitatea economică a discurilor abrazive se recomandă $T = 15$ min.

Pentru rectificarea prin metoda avansului de pătrundere, în tabelul 12.43 se recomandă valori pentru viteza de rotație a discului conducător v_{dc}, m/min, și pentru viteza avansului de pătrundere v_t, mm/min, pentru rectificarea de degroșare, și în tabelul 12.44 valori pentru viteza de rotație a discului conducător și viteza avansului de pătrundere la rectificarea de finisare.

Tabelul 12.43. **Viteza discului conducător și viteza avansului de pătrundere la rectificarea de degroșare, pe mașini de rectificat fără centre**

Durabilitatea discului abraziv T, min	Diametrul piesei, d_p, mm							
	6,3	10	16	25	40	63	100	160
	Viteza avansului principal, v_{dc}, m/min							
	10—20	12—22	12—25	14—28	16—32	16—32	18—35	20—40
	Viteza avansului de pătrundere, v_{tr}, mm/min							
6	8,0	5,6	4,0	2,8	2,0	1,4	1,0	0,71
10	6,3	4,5	3,15	2,28	1,6	1,12	0,8	0,56
16	5,0	3,55	2,5	1,8	1,25	0,9	0,63	0,45
25	4,0	2,8	2,0	1,4	1,00	0,71	0,5	0,36

Coeficienți de corecție ai vitezei avansului de pătrundere funcție de starea materialului

Materialul de prelucrat		Diametrul discului așchietor D, min, pînă la:		
		250	400	630
Oțel necălit		0,91	1,00	1,12
Oțel călit	HRC 35—40	0,87	0,95	1,06
	$HRC > 50$	0,78	0,85	0,95
Fontă		0,96	1,05	1,17

Tabelul 12.44. **Viteza avansului principal (discul conducător) și viteza avansului de pătrundere la rectificarea de finisare, pe mașini de rectificat fără centre**

Diametrul piesei, d_p, mm, pînă la:	Viteza avansului principal v_{dc}, m/min		Lungimea de rectificat, L, mm, pînă la:				
	Oțel necălit, fontă	Oțel călit	25	40	63	100	160
			Viteza avansului de pătrundere v_{tr}, mm/min				
6,3	12—20	18—22	5,00	4,50	3,55	2,80	2,24
10,0	13—22	20—25	4,00	3,55	2,80	2,24	1,80
16,0	14—25	22—28	3,15	2,80	2,24	1,80	1,40
25,0	15—28	25—32	2,50	2,24	1,80	1,40	1,12
40,0	17—35	28—40	2,00	1,80	1,40	1,12	0,90
63,0	18—40	32—45	1,60	1,40	1,12	0,90	0,71
100,0	20—50	35—56	1,25	1,12	0,90	0,71	0,56
160,0	22—56	40—63	1,00	0,90	0,71	0,56	0,45

Tabelul 12.44 (continuare)

Coeficienți de corecție ai avansului de pătrundere

A. Funcție de treapta de preczie și de adaosul total de prelucrare

Treapta de precizie, ISO	Adaosul total de prelucrare, $2A_c$, mm, pînă la:					
	0,20	0,25	0,30	0,40	0,50	0,65
5	0,40	0,50	0,63	0,80	1,00	1,25
6—7	0,50	0,63	0,80	1,00	1,25	1,60
8	0,63	0,80	1,00	1,25	1,60	2,00
9	0,80	1,00	1,25	1,60	2,00	2,25

B. În funcție de natura materialului

Materialul de prelucrat	Diametrul discului abraziv aschietor D, mm, pînă la:		
	200	400	630
Oțel necălit	1,10	1,20	1,30
Oțel cu *HRC* 35...40	0,90	1,00	1,10
Oțel călit cu *HRC* >50	0,60	0,70	0,80
Fontă	1,45	1,60	1,75

Observație. Se recomandă ca mărimea vitezei avansului de pătrundere la finisare să nu depășească pe cea folosită la operația de degroșare.

12.5.4. Determinarea timpilor ajutători

În cazul rectificării fără centre, timpul ajutător este format din timpul t_{a2} legat de trecere (tabelul 12.45), și timpul t_{a5}, pentru măsurători de control (tabelul 12.10).

Tabelul 12.45. **Timpi ajutători legați de trecere, t_{a2}, min, la mașini de rectificat fără centre**

Poz.	Metoda de rectificare	Metoda de așezare a piesei	Metoda de scoatere a piesei	Diametrul piesei, d_p, mm				
				5	10	20	30	⩾ 50
				Timpul, t_{a2} min				
1	Prin pătrundere	Pe lineal	Manual	0,04	0,05	0,06	0,07	0,10
2			Dispozitiv automat	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07
3	Longitu-	Pe jgheab sau în dispozitiv de alimentare	Cad în bazin	0,02	0,02	0,025	0,03	0,04
4	dinal	Pe lineal		0,025	0,03	0,035	0,04	0,05

Controlul pieselor se face periodic, în funcție de metoda de prelucrare, de adaosul de prelucrare și de diametrul piesei. Numărul de piese prelucrate după care se face controlul este dat în tabelul 12.46.

Tabelul 12.46. **Număr de piese după care se face măsurătoare de control, la prelucrarea pe mașini de rectificat fără centre**

Adaosul de prelucrare mm, până la:	Metode de rectificare											
	Prin pătrundere						Longitudinal					
	Diametrul piesei, d_p, mm											
	5	10	20	30	50	80	5	10	20	30	50	80
	Număr de piese											
0,01	2	2	1	1	1	1	30	22	15	10	7	6
0,02	4	3	2	2	1	1	40	30	25	22	20	18
0,03	6	5	3	3	2	2	60	50	35	30	27	25
⩾0,05	8	7	6	5	4	3	70	60	40	35	30	27

12.5.5. Determinarea timpilor de deservire

Timpul de deservire tehnică t_{dt} se calculează cu relația

$$t_{dt} = \frac{1{,}1 \cdot t_i \cdot t_b}{T} \quad [\text{min}], \tag{12.28}$$

în care T este durabilitatea discului abraziv, min, t_b — timpul de bază, min, t_i — timpul de îndreptare a discului abraziv, min, dat în tabelul 12.47.

Timpul de deservire organizatorică t_{do} este dat în tabelul 12.48, în procente din timpul operativ.

12.5.6. Determinarea timpului de odihnă și necesități fiziologice

Timpul de odihnă și necesități fiziologice, t_{on} este dat în tabelul 12.49, în procente din timpul operativ.

12.5.7. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp la rectificarea fără centre

Să se determine norma tehnică de timp pentru rectificarea de finisare, pe mașini de rectificat fără centre, a unui bolț cu dimensiunile $d_p = 45$ mm și lungimea $l = 75$ mm, din OLC 45 tratat termic. Masa piesei este de 0,86 kg. Adaosul de prelucrare $2A_c = 0{,}5$ mm. Se prelucrează un lot de 100 bucăți cu disc abraziv E400C — 500 × 150 × 305.

Timpul de pregătire-încheiere (tabelul 12.40, poz. 2, 5, 6, 10, 14) va fi $T_{pi} = 9 + 10 + 2 + 3 + 9 = 33$ minute.

Timpul de bază se calculează cu relația (12.22) în care $l = 75$ mm, $n = 100$ bucăți, $B = 150$ mm, $i = 1$ degroșare și $i = 4$ finisare (din tabelul 12.41 pentru clasa 2-a, $B = 150$ mm și $d_p = 45$ mm), $k = 1{,}2$ pentru degroșare și finisare.

Adaosul de prelucrare pentru finisare, penru o trecere, este 0,04 mm, deci adaosul de prelucrare pentru toate cele patru treceri va fi $2t = 2 \cdot 0{,}4 \cdot 4 =$

Tabelul 12.47. **Timpul de îndreptare a discului abraziv, $t_{\hat{i}}$, min la mașini de rectificat fără centre**

1. Îndreptarea suprafețelor cilindrice drepte sau profilate

Poz.	Scula de îndreptat	Suprafața îndreptată	Lățimea discului abraziv, B, mm	Diametrul maxim de rectificat, mm					
				< 60			> 60		
				Rugozitatea suprafeței, R_a, μm					
				3,2–1,6	0,8	0,4	3,2–1,6	0,8	0,4
				Timpul de îndreptare, $t_{\hat{i}}$, min					
1	Diamant unic sau creion de diamant	1	100	3,7	3,7	4,5	3,8	3,8	4,6
2			150	4,4	4,4	5,7	4,5	4,5	5,8
3			200	5,5	5,5	7,0	5,6	5,6	7,1
4		2	100	4,3	4,5	4,8	4,4	4,6	4,9
5			150	5,6	5,6	6,2	5,7	5,7	6,3
6			200	6,8	5,9	7,7	6,9	7,0	7,8
7	Role din aliaje dure sau disc de carborundum	1	100	3,0	3,2	5,5	3,1	3,3	5,6
8			150	3,7	4,0	7,3	3,8	4,1	7,4
9			200	4,4	4,7	8,7	4,5	4,8	8,8
10		2	100	4,1	4,4	5,8	4,2	4,5	5,9
11			150	5,3	5,7	8,9	5,4	5,8	9,0
12			200	6,5	6,9	11,1	6,6	7,0	11,2

2. Îndreptarea suprafețelor frontale și a razelor

Poz.	Scula de îndreptat	Suprafața îndreptată	Raza R, mm	Diametrul maxim de rectificat, mm					
				< 60			> 60		
				Adaosul pe rază, mm					
				0,2	0,5	1,0	0,2	0,5	1,0
				Timpul de îndreptare, $t_{\hat{i}}$, min					
13	Bare de carborundum sau creioane de diamant	3 și 4	0	0,24	0,24	0,24	0,40	0,40	0,40
14			1	0,63	0,54	0,31	0,70	0,61	0,40
15			2	0,84	0,56	0,33	0,94	0,63	0,40
16			5 și	1,10	0,74	0,51	1,23	0,86	0,58

$= 0{,}32$ mm. Pentru degroșare se calculează, $2t = 0{,}50 - 0{,}32 = 0{,}18$ mm.

Avansul longitudinal se calculează cu relația (12.23) $s_l = \pi \cdot 45 \cdot \operatorname{tg} 3 = \pi \cdot 45 \cdot 0{,}0524 = 7{,}4$ [mm/rot], în care $d_p = 45$ mm și $\alpha = 3°$ (tabel 12.42).

Viteza periferică a piesei se calculează cu relația (12.26)

$$v_p = \frac{C_v \cdot d_p^{0,3}}{T^{0,5} \cdot 2t \cdot s_l} = \frac{23 \cdot 45^{0,3}}{15^{0,3} \cdot 0{,}2 \cdot 7{,}4} = 21{,}62 \text{ [m/min]}.$$

Turația discului conducător $n_{dc} = \dfrac{1000\, v_p}{\pi \cdot D_{dc}} = \dfrac{1000 \cdot 21{,}62}{\pi \cdot 300} = 22{,}95$ [rot/min].

Din cartea mașinii de rectificat fără centre tip 3180 se alege $n_{dc} = 22$ rot/min.

Viteza de avans se determină cu relația (12.24)

$$s_m = \pi \cdot D_{dc} \cdot n_{dc} \cdot \sin \alpha \cdot \eta =$$

$$= \pi \cdot 300 \cdot 22 \cdot 0{,}523 \cdot 0{,}95 =$$

$$= 1030 \text{ [mm/min]}$$

Timpul de bază $t_b = \frac{75 + 150}{1030 \cdot 22} \cdot 5 \cdot 1{,}5 = 0{,}06$ minute.

Tabelul 12.48. **Timpul pentru deservire organizatorică, t_{do}, la mașini de rectificat fără centre**

Poz.	Metoda de rectificare	Diametrul maxim al piesei, d, mm, pînă la:		
		60	150	> 150
		Timpul, t, în % (K), din timpul operativ T		
1	Cu răcire	1,5	1,8	2,8
2	Fără răcire	1,2	1,4	1,6

$$t_{do} = T_{op} \cdot K/100$$

Tabelul 12.49. **Timpul de odihnă și necesități fiziologice, t_{on} la mașini de rectificat fără centre**

Poz.	Masa piesei, kg	Timpul operativ, min	
		⩽0,1	> 0,1
		Timpul t_{on}, în %, din T	
1	⩽0,5	6,0	5,0
2	⩽1,0	7,0	6,0
3	>1,0	8,0	7,0

De precizat că timpul de bază s-a determinat global, pentru trecerile de degroșare și finisare, considerînd aceeași viteză de avans s_m. Dacă se schimbă viteza de avans prin schimbarea unghiului de înclinare a axei discului conducător la finisare față de degroșare, timpul de bază se va calcula separat.

Din tabelul 12.45 poz. 3 se ia $t_{a2} = 0{,}04$ min, iar din tabelul 12.10, poz. 1 se ia $t_{a5} = 0{,}31$ min.

Timpul ajutător va fi, $t_a = t_{a2} + t_{a5} = 0{,}04 + 0{,}31 = 0{,}35$ min.

Timpul de deservire tehnică se determină cu relația (12.18) $t_{dt} = \frac{1{,}1 \cdot 4{,}4}{15} \cdot 0{,}06 = 0{,}02$ min, în care $t_i = 4{,}4$ minute (tabelul 12.48 poz. 2).

Timpul de deservire organizatorică (tabelul 12.48 pot. 1) va fi $t_{do} = (0{,}06 + 0{,}35)\ 1{,}5/100 = 0{,}006$ min.

Timpul de odihnă și necesități fiziologice (tabelul 12,49, poz. 2) va fi $t_{on} = (0{,}06 + 0{,}35)\ 6{,}0/100 = 0{,}025$ minute.

Norma de timp pentru prelucrarea unei piese va fi $N_T = T_{pi}/n + t_b + t_a + t_{dt} + t_{do} + t_{on} = \frac{35}{100} + 0{,}06 + 0{,}35 + 0{,}02 + 0{,}006 + 0{,}025 = 0{,}791$ min/buc.

Capitolul 13

NORMAREA TEHNICĂ LA PRELUCRĂRILE DE RECTIFICAT ROȚI DINȚATE ȘI CANELURI

13.1. Introducere

Rectificarea roților dințate este o operație ce se aplică frecvent numai pentru finisarea roților dințate care lucrează cu turații înalte și suportă eforturi ridicate. Sînt mai răspîndite mașinile-unelte de rectificat roțile dințate cilindrice cu dantură dreaptă sau înclinată, prin rulare, mașini ce funcționează după principiul cremalierei generatoare. Metodele de rectificat prin rulare dantura cilindrică pot să fie cu divizare periodică (Niles, Maag, Less-Bradner etc.) și prin rulare continuă (Reishauer). La primele metode, generarea profilului în evolventă se realizează după schema cu dreaptă fixă iar divizarea, necesară rectificării tuturor flancurilor dinților, se efectuează în mod discontinuu, în timp ce la ultimele, obținerea profilului evolventic se face după schema dreptei mobile, iar divizarea este continuă, după un principiu analog generării cu freze melc.

La procedeul Niles, roata dințată rulează alternativ, fără alunecare, pe ambele flancuri active ale unui disc abraziv biconic. Acesta materializează un dinte al unei cremaliere generatoare cu grosimea ceva mai mică decît cea teoretică a danturii de rectificat (procedeul de rectificare flanc cu flanc) sau egală cu aceasta (procedeul de rectificare simultană a două flancuri vecine). Cinematica procedeului este asigurată de următoarele mișcări (fig. 13.1): mișcarea principală de rotație a discului abraziv *I*; mișcarea de avans rapid, rectiliniu alternativ, în lungul dintelui *II*; mișcarea de rotație lentă, în ambele sensuri, a piesei *III*; mișcarea de deplasare transversală lentă, rectilinie alternativă, a piesei *IV*; mișcarea de divizare periodică *V*, executată după rectificarea flancurilor unui gol.

Succesiunea fazelor, la rectificarea flanc cu flanc (fig. 13.2) este următoarea: rectificarea flancului drept al golului *1*, cu mișcarea de rulare spre stînga; inversarea sensului mișcării de rulare și compensarea diferenței dintre grosimea pietrei și lățimea golului dintelui, printr-o deplasare suplimentară a piesei; rectificarea flancului stîng al golului *1*, cu mișcarea de rulare spre dreapta; retragerea radială a discului abraziv, efectuarea divizării pentru golul *2*, revenirea discului în poziție de lucru; rectificarea flancului drept al golului *2*, cu mișcarea de rulare spre stînga etc.

Succesiunea fazelor la rectificarea simultană a două flancuri este următoarea (fig. 13.3): rectificarea flancurilor drept și stîng ale golului *1*, cu mișcarea de rulare spre dreapta; retragerea radială a pietrei, inversarea sensului mișcării de rulare; deplasarea suplimentară a piesei cu divizarea la golul *2*,

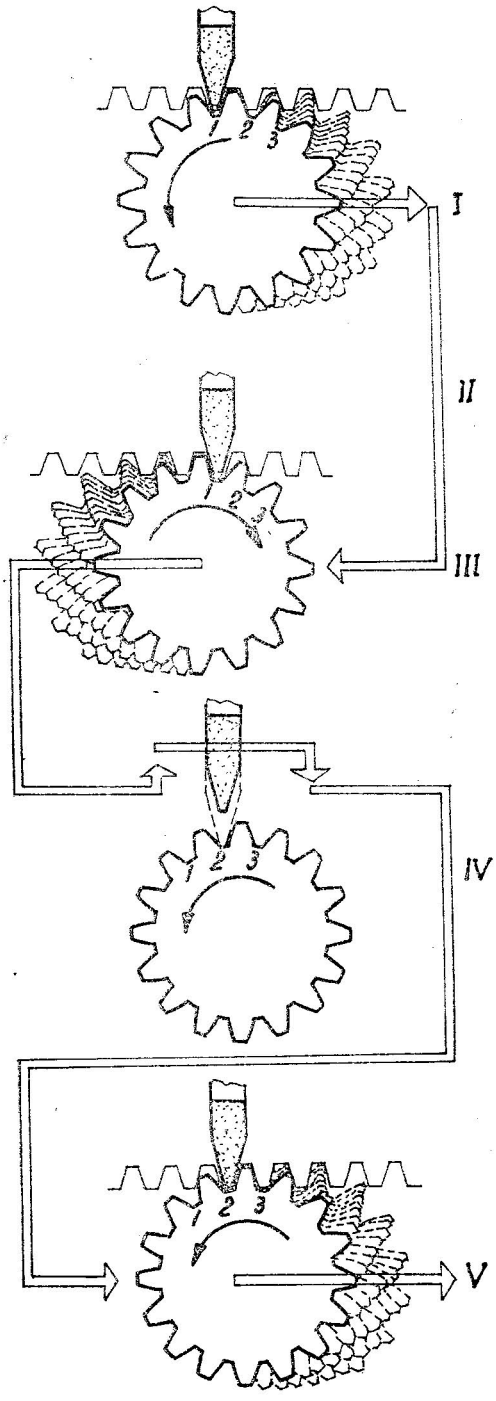


Fig. 13.1. Succesiunea fazelor de lucru la rectificarea flanc cu flanc a danturii cilindrice prin procedeul Niles.

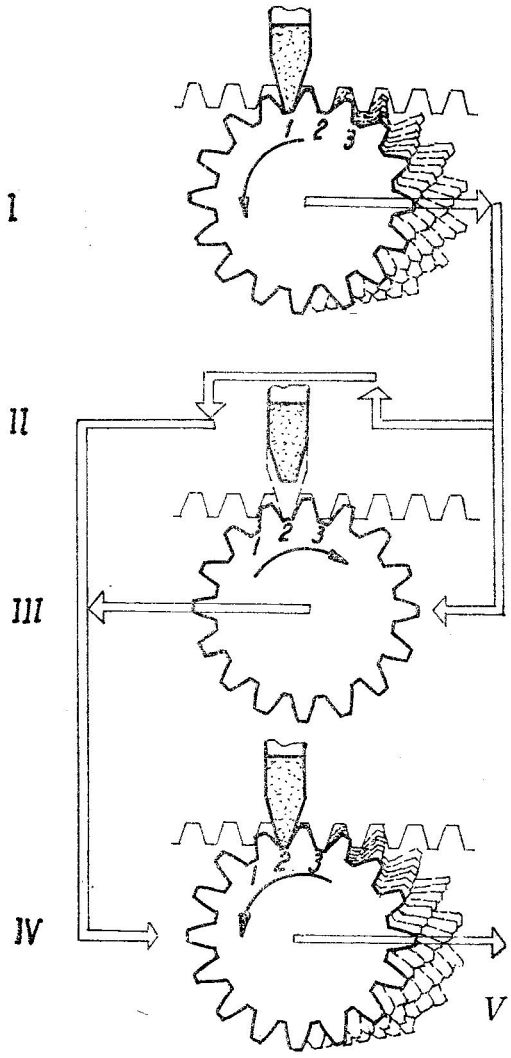


Fig. 13.2. Rectificarea simultană a ambelor flancuri prin procedeul Niles.

revenirea pietrei în poziția de lucru; rectificarea flancurilor drept și stîng ale golului *2*, cu mișcarea de rulare spre dreapta etc.

Productivitatea rectificării simultane a două flancuri este de 1,25...1,66 ori mai mare decît productivitatea rectificării prin procedeul flanc cu flanc.

Deplasările de avans care condiționează mărimea normei tehnice de timp la rectificarea roților dințate cilindrice prin procedeul Niles sînt: avansul de trecere s_t, mm/c.d., (avansul transversal al roții de prelucrat la o cursă dublă a capului portpiatră), deplasare în cursul căreia se generează profilul dintelui; avansul de pătrundere s_p, mm/trecere, care corespunde unei mișcări de reglare pentru îndepărtarea întregului adaos de prelucrare de pe flancurile dinților,

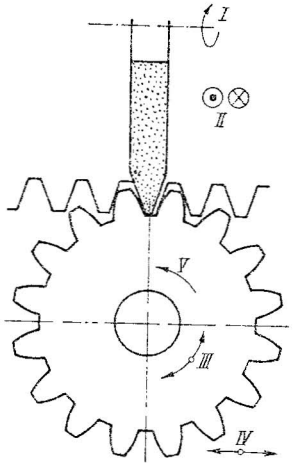


Fig. 13.3. Rectificarea danturii cilindrice prin procedeul Niles:

1 — disc abraziv; *2* — cremaliera de referință; *3* — roata dințată; *I, II, III, IV, V* — mișcările de lucru.

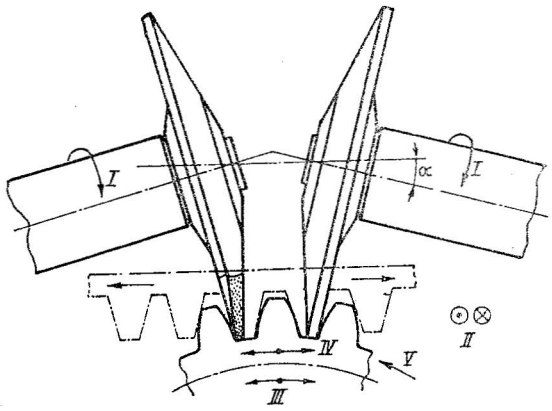


Fig. 13.4. Rectificarea danturii cilindrice prin procedeul Maag: *I, II, III, IV, V* — mișcările de lucru.

prin treceri succesive de degroșare, semifinisare și finisare. Instalarea roții dințate de prelucrat, la procedeul Niles, se face cu axa roții verticală, pe un dorn centrat pe masa rotativă portpiesă.

La procedeul Maag cremaliera generatoare este materializată cu ajutorul suprafețelor frontale a două pietre-taler, care pot rectifica fie flancurile aceluiași gol (fig. 13.4), fie alte două flancuri neomoloage ale danturii. Cinematica procedeului este asigurată de mișcări similare celor de la metoda Niles, cu următoarele observații: mișcarea *II* de avans rectiliniu alternativ, în lungul dintelui este executată de către piesa de prelucrat; mișcarea de rulare circulară, *III* și *IV*, este alternativă în cursul rectificării flancurilor aceluiași gol al danturii; mișcarea de rulare, prin componentele sale *III* și *IV*, este o mișcare rapidă, în timp ce avansul longitudinal *II* este o deplasare lentă.

Unghiul α (fig. 13.4) al axelor pietrelor-taler, în raport cu un plan orizontal, are valori de 15° sau 0° și diferă de valoarea standardizată de 20° a unghiului de angrenare. Ca atare, la procedeul Maag, cercul de rulare diferă, în timpul prelucrării, de cercul de divizare de la angrenarea cu cremaliera generatoare standardizată, fiind necesară o reglare corespunzătoare a mașinilor-unelte de rectificat dantură. Deplasările de avans care condiționează valoarea

normei tehnice de timp la procedeul Maag, sînt : avansul de trecere, s_t, mm/rulare, adică avansul longitudinal la o rulare şi avansul de pătrundere s_p mm/trecere. Instalarea piesei de prelucrat, la procedeul Maag, se realizează cu axa roţii dinţate orizontală, pe un dorn fixat pe sania transversală portpiesă.

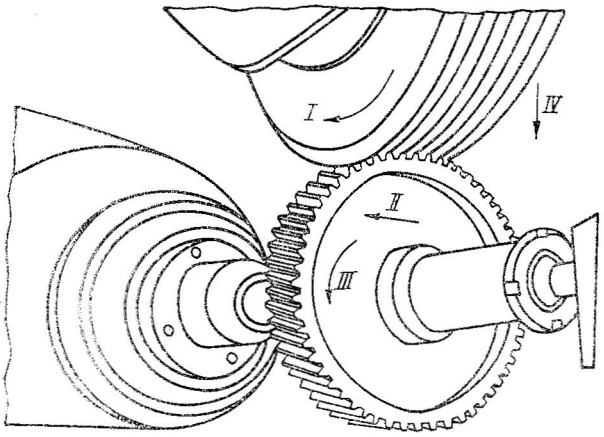


Fig. 13.5. Rectificarea danturii cilindrice prin procedeul Reihauser.

Procedeul Lees-Bradner este o variantă a procedeului Maag, la care datorită contactului liniar dintre suprafeţele frontale ale pietrelor taler şi flancurile dinţilor de rectificat, nu mai este necesară mişcarea de avans longitudinal. În acest caz, însă, nu pot fi rectificate danturi a căror lăţime depăşeşte o anumită valoare, funcţie de diametrul pietrelor-taler (spre exemplu, pentru diametre ale pietrelor-taler de 500 mm, lăţimea maximă a danturii rectificate este de 40 mm).

La toate procedeele de rectificat dantură cilindrică, prezentate mai înainte, productivitatea operaţiei tehnologice este limitată, în special, de operaţia de divizare şi de necesitatea unor mişcări suplimentare asociate acesteia (retragerea sculei, inversarea sensului mişcării de generare etc.).

Procedeul Reihauser de rectificare a roţilor dinţate cilindrice, prin rulare continuă, foloseşte drept sculă abrazivă un melc arhimedic cu 1—2 începuturi, avînd un profil cu flancuri rectilinii în secţiunea axială. Cinematica procedeului este asigurată de următoarele mişcări (fig. 13.5) : mişcarea principală de rotaţie a melcului abraziv *I* ; mişcarea de avans rectiliniu, executată de către piesă, pentru rectificarea dinţilor în lungul flancurilor *II* ; mişcarea de divizarea roţii dinţate *III* ; mişcarea de avans radial *IV*, stabilită la începutul prelucrării, ca o mişcare de reglare.

Piatra-melc cu un singur început se foloseşte la rectificarea roţilor dinţat cilindrice, cu dantură dreaptă sau înclinată, avînd clasa de precizie 6, iar cea cu două începuturi, pentru rectificarea roţilor dinţate din clasa de precizie 7.

Datorită dimensiunii mari a sculei, orice dezechilibrare dinamică a acesteia, ca şi orice eroare dată de lanţul cinematic al mişcării principale se repercutează asupra preciziei danturii rectificate. De aceea, este necesară dotarea maşinii-unelte cu dispozitive pentru echilibrarea dinamică a sculei, iar lanţul cinematic de antrenare are o construcţie deosebit de simplă, permiţînd lucrul cu o singură turaţie a melcului abraziv. Productivitatea procedeului este afectată de timpul destul de mare consumat cu profilarea repetată a sculei. Unele maşini-unelte moderne sînt prevăzute atît cu dispozitive pentru compensarea uzurii sculei, cît şi pentru realizarea automată a profilării sculei în timpul lucrului. Roata dinţată de prelucrat se montează cu axa verticală, pe un dorn fixat pe sania portpiesă.

Rectificarea canelurilor exterioare (arbori canelaţi) se realizează în mai multe variante (fig. 13.6), în funcţie de forma discului abraziv, schema de

reglare a acestuia și de numărul de operații necesare. Dacă se utilizează un disc abraziv profilat, rectificarea unei caneluri se poate executa într-o singură operație (fig. 13.6, *a*). Rectificarea unei caneluri poate avea loc și în două operații: în prima, cu ajutorul unor discuri abrazive simple, se rectifică flancurile canelurii (fig. 13.6, *b*), iar într-o a doua operație se rectifică fundul cilindric al acesteia (figura 13.6, *c*).

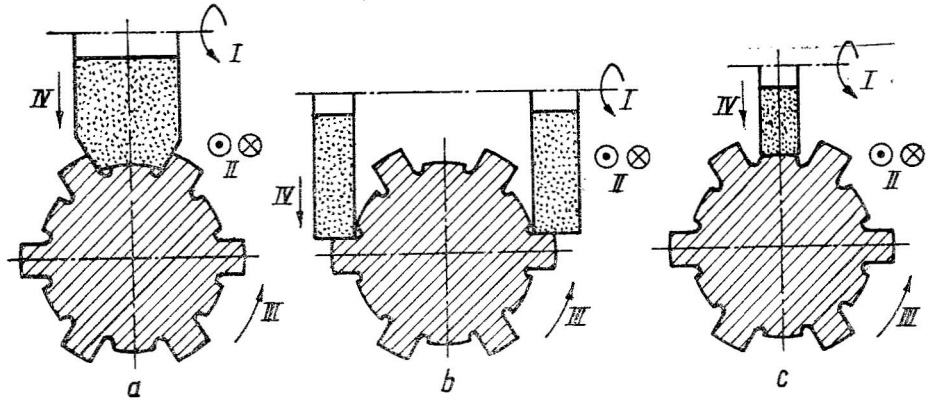


Fig. 13.6. Procedee de rectificare a canelurilor: *I*, *II*, *III*, *IV* — mișcările de lucru.

Cinematica rectificării canelurilor este realizată prin următoarele mișcări: mișcarea principală de rotație a pietrei abrazive *I*; mișcarea de avans rectiliniu, în lungul canelurii *II*; mișcarea de divizare, intermitentă, executată la sfîrșitul prelucrării unui flanc sau unui gol al canelurii *III*; mișcarea de avans de pătrundere pentru îndepărtarea întregului adaos de prelucrare *IV*, intermitentă, efectuată la sfîrșitul fiecărei curse duble a discului abraziv. În funcție de schema de reglare a discurilor abrazive, poate avea loc o rectificare simultană a mai multor flancuri ale canelurii exterioare.

13.2. Determinarea normei tehnice de timp

Norma tehnică de timp la rectificarea roților dințate și a canelurilor, se poate determina cu relația

$$N_T = T_{pi}/n + \sum t_b + t_a + t_{dt} + t_{do} + t_{on}, \qquad (13.1)$$

în care semnificația notațiilor folosite s-a prezentat în cap. 3.

13.2.1. Determinarea timpului de bază

La rectificarea roților dințate cilindrice, **prin procedeul Niles,** timpul de bază se determină cu ajutorul relației

$$t_b = 2z\left[L_r\left(\frac{i_d}{s_{td}\cdot n_d}+\frac{i_s}{s_{ts}\cdot n_s}+\frac{i_f}{s_{tf}\cdot n_f}\right)+\tau\cdot(i_d+i_s+i_f)\right], \text{ în care:} \qquad (13.2)$$

z este numărul de dinți ai roții dințate;

L_r — lungimea cursei de lucru în direcția mișcării de rulare, mm (tabelul 13.1);

i_d, i_s, i_f — numărul de treceri pentru rectificarea de degroșare, semifinisare și, respectiv, finisare;

Tabelul 13.1 **Lungimea cursei de lucru în direcţia mişcării de rulare, la procedeul Niles**

Numărul de dinţi, z, pînă la:	Modulul normal m_n, mm									
	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10
	Lungimea cursei de lucru în direcţia mişcării de rulare, L_r, mm									
13	32	38	43	49	54	65	76	86	97	108
16	33	38	44	50	55	66	77	88	99	110
20	33	39	44	50	55	66	78	89	100	111
25	34	40	45	51	56	68	79	90	102	113
32	34	41	46	52	58	68	81	93	104	116
40	35	41	47	53	58	70	82	94	105	117
50	36	41	47	53	59	71	83	95	106	118
60	36	42	48	54	60	71	84	96	107	119
80	36	43	48	55	60	72	95	97	109	121
100	37	43	50	55	61	73	86	98	110	123

Tabelul 13.2. **Adaosul de prelucrare la rectificarea roţilor dinţate cilindrice, prin procedeul Niles**

Modulul normal m_n pînă la:	Diametrul de divizare D_d, mm, pînă la:				
	100	200	300	500	100
	Adaosul de prelucrare, A_c, mm				
2	0,10	0,12	0,16	—	—
	0,12	9,16	0,18	0,20	—
3...4	0,16	0,18	0,20	0,25	0,30
5...8	—	0,20	0,25	0,30	0,35
9...12	—	—	0,30	0,35	0,40
13...15					

Tabelul 13.3. **Avansul de pătrundere la rectificarea roţilor dinţate cilindrice, prin procedeul Niles**

Adaosul de prelucrare, A_c, mm, pînă la:	Natura trecerii	Număr de treceri	Avansul de pătrundere, s_p, mm/trecere
0,20	Degroşare	*	0,070—0,080
	Semifinisare	1	0,030
	Finisare	1	0,020
0,25	Degroşare	*	0,080—0,090
	Seminifisare	1	0,045
	Finisare	1	0,015
0,35	Degroşare	*	0,080—0,110
	Semifinisare	1	0,050
	Finisare	1	0,015

*) A se vedea relaţia (13.3)

Tabelul 13.4a. **Avansul de trecere la rectificarea roţilor dinţate cilindrice, prin procedeul Niles**

Adaosul de prelucrare, A_c, mm pînă la:	Natura trecerii	Diametrul de divizare D_d, mm, pînă la:				
		< 40	40—80	80—160	160—250	> 250
0,20	Degroşare şi semifinisare	1,7	2,1	2,7	3,3	4,6
	Finisare	0,7	0,9	1,1	1,4	1,8
0,25	Degroşare şi semifinisare	2,3	2,9	3,7	4,6	5,3
	Finisare	0,5	0,65	0,8	1,0	1,4
0,35	Degroşare şi semifinisare	2,0	2,5	3,2	3,9	4,6
	Finisare	0,5	0,65	0,8	1,0	1,4

Observaţie. La rectificarea roţilor dinţate cementate şi călite cu $HRC \geq 56$, mărimea avansului de trecere va fi corectată cu coeficientul $k_{st} = 0{,}8$.

s_{td}, s_{ts}, s_{tf} — avansul de trecere la rectificarea de degroşare, semifinisare şi, respectiv, finisare, mm/c.d. (tabelul 13.4, *a* şi tabelul 13.4, *b*).

n_d, n_s, n_f — numărul de curse duble pe minut la degroşare, semifinisare şi finisare, c.d./min;

τ — timpul de comutare — divizare, min (tabelul 13.5).

Numărul de treceri pentru rectificarea de semifinisare și finisare, $i_s = i_f = 1$. Pentru rectificarea de degroșare, numărul de treceri i_d se determină cu ajutorul relației

$$i_d = \frac{A_c - (s_{pf} + s_{ps})}{s_{pd}}, \qquad (13.3)$$

unde A_c este adaosul de prelucrare pe un flanc al dintelui, mm (tabelul 13.2); s_{pd}, s_{ps}, s_{pf} — avansul de pătrundere la rectificarea de degroșare, semifinisare și, respectiv, finisare, mm/trecere (tabelul 13.3). Dacă roata dințată este realizată în clasa de precizie III, sau superioară acesteia, atunci se va efectua o trecere suplimentară fără avans de pătrundere.

Numărul de curse duble pe minut $n_j (j = d, s, f)$ se determină cu relația

$$n_j = 1000\, v_j/(2L) \ \text{[c.d./min]}, \ (j = d, s, f), \qquad (13.4)$$

unde v_j este viteza de avans longitudinal la rectificarea de degroșare, semifinisare și finisare (în direcția mișcării *II*, fig. 13.1), m/min; pentru rectificarea de degroșare, $v_d = 13 \ldots 18$ m/min, pentru rectificarea de semifinisare, $v_s = 9 \ldots 13$ m/min iar pentru rectificarea de finisare, $v_f = 7 \ldots 9$ m/min; L — lungimea cursei, mm, determinată cu relația

$$L = \frac{B}{\cos \beta_0} + (5 \ldots 10) \text{ mm}, \qquad (1.35)$$

în care B este lățimea roții dințate de rectificat, mm, iar β_0 este unghiul de înclinare de referință al danturii, grade.

Tabelul 13.4b. **Avansul de trecere la rectificarea roților dințate cilindrice, prin procedeul Niles, pentru trecerea de finisare, în cazul unei rugozități a suprafeței prelucrate $R_a \leq 0{,}8$ μm**

Modulul normal, m_n, mm	Numărul de dinți, z, ai roții, pînă la:				
	15	20	35	50	> 50
	Avansul de trecere la finisare s_t mm/c.d.				
1	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60
2	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65
3	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
4	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75
> 4	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80

La rectificarea roților dințate cilindrice **prin procedeul Maag**, timpul de bază se determină cu relația

$$t_b = z\left[\frac{L}{n_r}\left(\frac{i_d}{s_{td}} + \frac{i_f}{s_{tf}}\right) + (\tau_d \cdot i_d + \tau_f \cdot i_f)\right], \text{ în care:} \qquad (13.6)$$

z este numărul de dinți ai roții de prelucrat;

n_r — numărul de rulări simple ale piesei, rulări/min (tabelul 13.6);

i_d, i_f — numărul de trecere pentru rectificarea de degroșare, respectiv de finisare;

Tabelul 13.5. **Timpul de comutare și divizare, pentru o trecere, la rectificarea roților dințate cilindrice pe mașini de rectificat roți dințate de tip Niles**

Modulul normal m_n, mm, pînă la:	Diametrul de divizare al roții, D_d, mm, pînă la:				
	100	150	200	250	> 250
	Timpul de comutare și divizare, pentru o trecere, τ, min				
2	0,035	0,040	0,045	0,055	0,060
3	0,040	0,045	0,050	0,060	0,065
4	0,040	0,045	0,055	0,065	0,070
5	0,040	0,050	0,060	0,070	0,075
6	0,040	0,050	0,060	0,075	0,080
7	0,040	0,050	0,065	0,080	0,085
>7	0,045	0,055	0,070	0,085	0,090

Tabelul 13.6. **Numărul de rulări pe minut ale piesei, la rectificarea roților dințate cilindrice, prin procedeul Maag**

Modulul normal, m_n, mm, până la:	Unghiul de înclinare de referință, β°, până la:	Diametrul de divizare D_d, mm, până la:					
		40	63	100	160	250	> 250
		Numărul de rulări simple pe minut, n_r,					
2,5	0	150	160	170	190	200	200
	15	100	110	120	130	140	150
	30	75	85	90	100	110	115
	45	60	65	70	75	80	85
4,0	0	145	150	155	180	190	190
	15	95	105	115	125	135	145
	30	70	80	85	95	105	110
	45	55	60	65	70	75	80
6,5	0	—	140	145	160	170	180
	15	—	100	110	120	130	140
	30	—	75	80	90	100	105
	45	—	55	60	65	70	75
10,0	0	—	—	130	135	140	145
	15	—	—	90	95	100	105
	30	—	—	70	75	80	85
	45	—	—	50	60	65	70

Tabelul 13.7. **Adaosul de prelucrare pe un flanc al dintelui, la rectificarea roților dințate cilindrice, prin procedeul Maag**

Modulul normal m_n, mm	Diametrul de divizare D_d, mm, până la:				
	100	200	300	500	1200
	Adaosul de prelucrare A_c, mm				
⩽2	0,10	0,12	0,16	—	—
3—4	0,12	0,16	0,18	0,20	—
5—8	0,16	0,18	0,20	0,25	0,30
9—12	—	0,20	0,25	0,30	0,35
13—15	—	—	0,30	0,35	0,40

Tabelul 13.8. **Avansul de pătrundere la rectificarea roților dințate cilindrice prin procedeul Maag**

Natura trecerii	Număr de treceri	Avansul de pătrundere, s_p mm/trecere
Finisare	i_f	0,005—0,015
Degroșare	i_d	0,030—0,075

Tabelul 13.9. **Avansul de trecere la rectificarea roților dințate cilindrice prin procedeul Maag**

Natura trecerii	Lungimea dintelui, l, mm	
	⩽ 20	> 20
	Avansul de trecere s_t, mm/rulare	
Degroșare	4,70—3,70	3,70—2,95
Finisare	2,00—1,05	1,45—0,85

Tabelul 13.10. **Timpul de comutare și divizare la rectificarea roților dințate cilindrice pe mașini de rectificat roți dințate de tip Maag**

Diametrul pietrei -taler, D_s, mm	Natura trecerii	
	Degroșare	Finisare
	τ_d min	τ_f, min
220	0,020	0,015
280	0,030	0,020
340	0,035	0,025

s_{td}, s_{tf} — avansul de trecere la rectificarea de degroșare, respectiv de finisare, mm/rulare (tabelul 13.9);

τ_d, τ_f — timpul de comutare și divizare pentru o trecere de degroșare, respectiv finisare, min (tabelul 13.10);

L — lungimea totală a cursei de rectificare pe direcția dintelui, mm, rezultată din relația

$$L = \frac{B}{\cos \beta_0} + 2\sqrt{h\,(D_s - h) + 20} \text{ [mm], în care:} \qquad (13.7)$$

B este lățimea roții dințate, mm ;
β_0 — unghiul de înclinare de referință al danturii ;
h — înălțimea dintelui, mm ($h = 2{,}25\ m_n$; m_n — modulul normal, mm);
D_s — diametrul exterior al pietrei-taler, mm.

Diametrul exterior al pietrei-taler D_s are valori uzuale de 220, 280, 340 mm.

Numărul de treceri pentru rectificarea de degroșare i_d se determină cu relația

$$i_d = \frac{A_c - (s_{pf} \cdot i_f)}{s_{pd}} \qquad (13.8)$$

în care A_c este adaosul de prelucrare pe un flanc al dintelui, mm (tabelul 13.7); s_{pd}, s_{pf} — avansul de pătrundere la rectificarea de degroșare, respectiv de finisare, mm/trecere (tabelul 13.7) .

Întrucît
$$i_f = i_{fp} + i_{fg}, \qquad (13.9)$$

unde i_{fp} este numărul de treceri la rectificarea de finisare în plin (cu avans de pătrundere s_{pf}); i_{fg} — numărul de treceri la rectificarea de finisare în gol (fără avans de pătrundere s_{pg}) și $i_{fp} = f_{fg} = 1$, rezultă, $i_f = 2$.

La rectificarea roților dințate cilindrice, **prin rulare continuă, cu piatră-melc (mașini Reihauser),** timpul de bază se determină cu relația

$$t_b = \frac{t_{bs} \cdot L \cdot z \cdot k_z}{60} \text{ [min], în care:} \qquad (13.10)$$

t_{bs} este timpul de bază specific, sec/1 mm și 1 dinte; valorile acestuia sînt date în pașaportul mașinii-unelte; în tabelul 13.11 sînt menționate valorile timpului de bază specific corespunzătoare mașinilor-unelte tip N.Z.A.-Reihauser, pentru rectificarea roților dințate din oțel călit;

Tabelul 13.11. **Timpul de bază specific la rectificarea roților dințate cilindrice cu piatră melc, pe mașini de rectificat roți dințate de tip Reishauer**

Adaosul de prelucrare, A_c, mm	Modulul normal, m_n, mm						
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
	Timpul de bază specific t_{bs}, sec/1 mm și 1 dinte						
0,16	0,340	0,385	0,435	0,470	0,495	0,535	0,560
0,20	0,430	0,465	0,505	0,540	0,580	0,610	0,650
0,25	0,500	0,535	0,575	0,600	0,640	0,690	0,735
0,30	0,560	0,610	0,635	0,685	0,725	0,780	0,820
0,35	0,630	0,680	0,720	0,770	0,815	0,865	0,910
0,40	0,715	0,765	0,815	0,860	0,925	0,980	1,030
0,50	0,810	0,875	0,950	0,995	1,060	1,120	1,180
0,60	0,960	1,030	1,100	1,170	1,250	1,310	1,360

L — lungimea totală a cursei de rectificare pe direcţia dintelui, mm, determinată cu relaţia

$$L = \frac{B}{\cos \cdot \beta_0} + 2.m_n, \qquad (13.11)$$

B fiind lăţimea roţii dinţate, mm, iar β_0 — unghiul de înclinare (de referinţă al dintelui);

m_n — modulul normal, mm;

z — numărul de dinţi ai roţii de prelucrat;

k_z — coeficient de corecţie în funcţie de numărul de dinţi ai roţii de prelucrat (tabelul 13.12).

Tabelul 13.12. **Coeficienţi de corecţie a timpului de bază în funcţie de numărul de dinţi, la rectificarea roţilor dinţate cilindrice cu piatră melc**

Numărul de dinţi ai roţii de prelucrat, z										
12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	30
Coeficientul de corecţie, k_z										
1,50	1,45	1,40	1,35	1,30	1,25	1,20	1,15	1,10	1,05	1,00

La rectificarea arborilor canelaţi, determinarea timpului de bază se face cu relaţia

$$t_b = \frac{2.L.z.i}{1000.v_s} \cdot K \quad [\text{min}], \text{ în care:} \qquad (13.12)$$

v_s este viteza avansului principal, m/min, pe direcţia mişcării de avans *II* (fig. 13.6, *a*) şi are valorile date în tabelul 13.13 în funcţie de lungimea canelurii de rectificat l_p, mm şi de timpul de comutare şi divizare, τ, sec, caracteristic fiecărei maşini-unelte;

Tabelul 13.13. **Viteza avansului principal la rectificarea canelurilor exterioare**

Timpul de comutare şi divizare, τ sec	Lungimea canelurii de rectificat, l_p, mm, pînă la:										
	55	70	90	110	140	180	220	280	350	440	440
	Viteza avansului principal, v_s, m/min, pînă la:										
0,40	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	—	—	—	—	—	—
0,65	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	—	—	—	—	—
0,80	—	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	—	—	—	—
1,00	—	—	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	—	—	—
1,25	—	—	—	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	—	—
1,60	—	—	—	—	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	—
2,50	—	—	—	—	—	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0

L — lungimea cursei de rectificat, pe direcția canelurii, mm,

$$L = l_p + l_1 \tag{13.13}$$

(l_1 fiind lungimea de depășire, mm, cu valorile date în tabelul 13.14 în funcție de viteza adoptată a avansului principal v_s, în m/min, și de timpul de comutare și divizare τ, în sec);

z — numărul de caneluri;

K — coeficient de corecție în funcție de natura fazei de rectificare; pentru rectificarea de degroșare, $K = 1{,}25$, iar pentru rectificarea de semifinisare și finisare a canelurii, $K = 1{,}50$;

i — numărul total de treceri pentru rectificarea canelurii, dat de relația

$$i = i_d + i_s + i_f, \tag{13.14}$$

unde i_d, i_s, i_f sînt numărul de treceri pentru rectificarea de degroșare, semifinisare și respectiv finisare. Valorile i_s (pentru $R_a = 3{,}2 \ldots 1{,}6$ μm) și i_f (pentru $R_a = 1{,}6 \ldots 0{,}8$ μm) sînt date în tabelul 13.15 în funcție de raportul dintre

Tabelul 13.14. **Lungimea de depășire la rectificarea canelurilor exterioare**

Timpul de comutare și divizare, τ, sec	Viteza avansului principal v_s, m/min, pînă la:						
	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0	> 16,0
	Lungimea de depășire, l_1, mm						
0,40	31	40	50	55	70	88	111
0,65	40	50	62	70	88	111	142
0,80	50	62	80	88	111	142	178
1,00	62	80	100	111	142	178	222
1,25	80	100	125	142	178	222	278
1,60	100	125	160	178	222	278	356
2,50	125	160	178	222	278	356	445

Tabelul 13.15. **Numărul de treceri la rectificarea canelurilor exterioare**

Rugozitatea suprafeței prelucrate, R_a, μm	Raportul l_p/D					
	1,0	2,5	4,0	6,3	10,0...16	> 16,0
	Viteza avansului principal, v_s, m/min					
	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5...16	> 16,0
	Avansul de pătrundere, s_p, mm/c.d.					
3,2—1,6	0,021—0,011	0,019—0,010	0,017—0,009	0,015—0,008	0,013—0,007	0,009—0,005
1,6—0,8	0,006—0,004	0,006—0,004	0,005—0,003	0,005—0,003	0,004—0,002	0,003—0,001
	Numărul de treceri, i					
3,2—1,6	3	3	4	4	5	6
1,6—0,8	2	2	3	3	4	5

Observații. **1.** În cazul în care $R_a < 0{,}8$ μm și abaterea pasului circular este $< 0{,}01$ mm se vor efectua două treceri suplimentare, fără avans de pătrundere, indiferent de valoarea raportului l_{pr}/D. **2.** În cazul rectificării separate a flancurilor canelurilor cu două discuri abrazive (figura 13.6). numărul de treceri din tabel se va micșora cu o trecere.

Tabelul 13.16. **Adaosuri de prelucrare unilaterale la rectificarea canelurilor exterioare**

Lungimea canelurii de rectificat l_p, mm	Materialul de prelucrat							
	Oțel cementat-călit				Oțel îmbunătățit (înainte de canelare)			
	Diametrul exterior al canelurilor D, mm							
	⩽ 25	26—40	41—63	> 63	⩽ 25	26—40	41—63	> 63
	Adaosul de prelucrare unilateral, A_c, mm							
⩽160	0,10—0,15	0,15—0,20	0,20—0,25	0,25—0,30	0,05—0,10	0,10—0,15	0,15—0,20	0,20—0,25
161—400	0,15—0,20	0,20—0,25	0,25—0,30	0,30—0,35	0,10—0,15	0,15—0,20	0,15—0,25	0,25—0,30
401—1000	—	0,25—0,30	0,30—0,35	0,35—0,40	—	0,20—0,25	0,25—0,30	0,30—0,35
>1000	—	—	0,35—0,40	0,45—0,50	—	—	0,30—0,35	0,40—0,45

Tabelul 13.17. **Avansul de pătrundere de degroșare la rectificarea canelurilor exterioare**

Adaosul de prelucrare unilateral, A_c mm, pînă la:	Raportul l_p/D						
	1,0	2,5	4,0	6,3	10,0	16,0	> 16,0
	Viteza avansului principal, v_s, m/min,						
	4,0	5,0	6,3	8,0	10,0	12,5	16,0
	Avansul de pătrundere, s_{pd}, mm/c.d.						
0,16	0,045—0,055	0,040—0,050	0,035—0,045	0,030—0,040	0,025—0,035	0,020—0,030	0,015—0,025
0,20	0,050—0,060	0,045—0,055	0,040—0,050	0,035—0,045	0,030—0,040	0,025—0,035	0,020—0,030
0,25	0,055—0,065	0,050—0,060	0,045—0,055	0,040—0,050	0,035—0,045	0,030—0,040	0,025—0,030
0,40	0,060—0,070	0,055—0,065	0,050—0,060	0,045—0,055	0,040—0,050	0,035—0,045	0,030—0,040
0,40	0,065—0,075	0,060—0,070	0,055—0,065	0,050—0,060	0,045—0,055	0,040—0,050	0,035—0,045
0,50	0,070—0,080	0,065—0,075	0,060—0,070	0,055—0,065	0,050—0,070	0,045—0,055	0,040—0,050

Observație. Valorile mai mici ale avansului de pătrundere s_{pd} se utilizează la rectificarea oțelurilor îmbunătățite, iar valorile mai mari, la rectificarea oțelurilor cementate și călite

lungimea canelurii l_p și diametrul exterior D al acesteia, de viteza avansului principal v_s și de avansul de pătrundere s_p (pe direcția mișcării IV, fig. 13.6, *a*). Numărul de treceri pentru rectificarea de degroșare se determină cu relația

$$i_d = \frac{A_c - (i_f \cdot s_{pf} + i_s \cdot s_{ps})}{s_{pd}}, \text{ în care} \qquad (13.15)$$

A_c este adaosul de prelucrare unilateral, mm (tabelul 13.16), iar s_{pd}, s_{ps}, s_{pf} sînt avansul de pătrundere la rectificarea de degroșare, semifinisare și respectiv finisare, mm/c.d. Valorile s_{ps} și s_{pf} sînt date în tabelul 13.15, iar valorile s_{pd} sînt cuprinse în tabelul 13.17.

La rectificarea canelurilor interioare, relația de calcul a timpului de bază este analoagă relației (13.12), notațiile fiind similare. În tabelul 13.18 sînt date valorile vitezei aavnsului principal v_s, m/min și ale avansului de pătrundere, s_p, 10^{-3}.mm/c.d., la rectificarea canelurilor interioare, în funcție de adaosul de prelucrare unilateral A_c mm, de raportul dintre lungimea canelurii l_p și diametrul interior d al canelurilor și de natura materialului de prelucrat.

Numărul de treceri pentru semifinisare și finisare se determină prin analogie cu rectificarea canelurilor exterioare, iar numărul de treceri pentru degroșare se calculează cu relația (13.15).

Coeficientul de corecție K are valorile $K = 1{,}45$, pentru rectificarea de degroșare, și $K = 1{,}60$ pentru rectificarea de semifinisare și finisare a canelurii interioare.

13.2.2. Determinarea timpilor ajutători

Timpul ajutător t_a la rectificarea roților dințate și a canelurilor se compune din suma timpilor ajutători parțiali : timpul ajutător pentru prinderea și desprinderea piesei t_{a1}, timpul ajutător legat de fază t_{a2} și timpul ajutător pentru măsurări de control t_{a3}.

Observație. Prin natura sa, timpul pentru comutare și divizare la rectificarea roților dințate cilindrice prin rulare cu divizarea periodică (procedeele Niles, Maag etc.) este, de asemenea, un timp ajutător. El a fost însă inclus în relația timpului de bază, pentru a veni în întîmpinarea unei practici uzuale în normarea tehnică a acestor lucrări.

Pentru rectificarea roților dințate cilindrice, prin procedeul Niles, timpii ajutători ($t_{a1} + t_{a2}$) sînt dați în tabelul 13.19, iar timpul t_{a3} — în tabelul 13.21.

Pentru rectificarea roților dințate cilindrice prin procedeul Maag, timpii ajutători ($t_{a1} + t_{a2}$) sînt dați în tabelul 13.20, iar timpul ajutător pentru măsurări de control t_{a3}, în tabelul 13.21.

Timpul ajutător t_a, prin componentele sale t_{a1}, t_{a2}, t_{a3} (cu menționarea mînuirilor curprinse), pentru rectificarea roților dințate cilindrice prin rulare continuă (pe mașini Reishauser), este dat în tabelul 13.22.

Pentru rectificarea canelurilor exterioare, timpii ajutători sînt menționați în tabelul 13.23.

Pentru rectificarea canelurilor interioare, timpii ajutători t_{a1} și t_{a3} sînt dați în tabelul 13.24, iar timpii ajutători legați de fază t_{a2} pot fi luați similar cu cei de la rectificarea canelurilor exterioare (tabelul 13.23 — secțiunea **B**).

Tabelul 13.18. **Valorile avansului principal şi avansului de pătrundere la rectificarea canelurilor interioare**

A. Rectificarea de degroşare

Adaosul unilateral de prelucrare, A_c, mm, pînă la:	Oţeluri îmbunătăţite						Oţeluri cementate-călite					
	Raportul l_p/D, pînă la:											
	0,2	0,5	1,0	2,0	4,0	>4,0	0,2	0,5	1,0	2,0	4,0	>4,0
	Viteza avansului principal, v_s, m/min,											
	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	0,5	0,7	0,9	1,2	1,5	2,0
	Avansul de pătrundere, $s_p \cdot 10^{-3}$ mm/c.d											
0,10	9	8	7	6	5	4	11	10	9	8	7	6
0,15	10	9	8	7	6	5	12	11	10	9	8	7
0,20	11	10	9	8	7	6	13	12	11	10	9	8
0,25	12	11	19	9	8	7	14	13	12	11	10	9
0,30	13	12	11	10	9	8	15	14	13	12	11	10
0,35	14	13	12	11	10	9	16	15	14	13	12	11

B. Rectificarea de finisare

Adaosul unilateral de prelucrare, A_c, mm, pînă la:	Oţeluri îmbunătăţite						Oţeluri cementate-călite					
	Raportul l_p/D, pînă la:											
	0,2	0,5	1,0	2,0	4,0	>4,0	0,2	0,5	1,0	2,0	4,0	>4,0
	Viteza avansului principal, v_s, m/min,											
	0,6	0,7	0,9	1,2	1,5	2,0	0,7	0,9	1,2	1,5	2,0	2,5
	Avansul de pătrundere, s_p, 10^{-3} mm/c.d.											
0,03	6	5	4	3	2	1	8	7	6	5	4	3
0,06	7	6	5	4	3	2	9	8	7	6	5	4
0,10	8	7	6	5	4	3	10	9	8	7	6	5
0,15	9	8	7	6	5	4	11	10	9	8	7	6

Tabelul 13.19. **Timpi ajutători legaţi de fază (inclusiv pentru prinderea-desprinderea piesei) la rectificarea roţilor dinţate cilindrice pe maşini de rectificat roţi dinţate tip Niles**

Modul de bazare a piesei		Număr de treceri	Masa piesei, împreună cu dornul, kg, pînă la:			
			2	6	13	> 13
			Timp ajutător, min			
Pe dorn cu axa verticală, între vîrfuri	Cu aşezarea dintelui după discul abraziv	1	1,0	1,1	1,2	1,3
		2	1,3	1,4	1,5	1,6
		3	1,6	1,7	1,8	1,9
		4	1,9	2,0	2,1	2,2

Observaţii. **1.** Pentru fiecare trecere, următoare trecerii 4, se va adăuga 0,1 min. **2.** Mînuirile care sînt cuprinse în timpul ajutător, dat mai sus, sînt: *a* — ştergerea vîrfurilor maşinii; *b* — prinderea piesei cu dorn, între vîrfurile maşinii; *c* — reglarea adîncimii de rectificat (avans de pătrundere s_p); *d* — reglarea mişcării de rotaţie a discului abraziv; *e* — cuplarea mişcării de rulare; *f* — reglarea poziţiei roţii dinţate în funcţie de neuniformitatea adaosului de prelucrare; *g* — aducerea conturului în poziţie iniţială; *h* — comutarea mecanismului de divizare; *i* — cuplarea avansului longitudinal al capului portpiatră; *j* — decuplarea mişcării de rotaţie a discului abraziv; *k* — desprinderea piesei, împreună cu dornul, de pe maşina-unealtă.

Tabelul 13.20. **Timpi ajutători legați de fază (inclusiv pentru prinderea-desprinderea piesei) la rectificarea roților dințate cilindrice pe mașini de rectificat roți dințate de tip Maag**

Modul de bazare a piesei		Număr de treceri	Masa piesei, împreună cu dornul, kg, pînă la: 2	6	13	13
			Timp ajutător, min			
Pe dorn cu axa orizontală, între vîrfuri	Cu așezarea dintelui după piatra abrazivă	1	2,0	2,1	2,2	2,3
		2	2,3	2,4	2,5	2,6
		3	2,6	2,7	2,8	2,9
		4	2,9	3,0	3,1	3,2
	Fără așezarea dintelui după piatra abrazivă	1	1,7	1,8	1,9	2,0
		2	1,9	2,0	2,1	2,2
		3	2,2	2,3	2,4	2,5
		4	2,5	2,6	2,7	2,8

Observații. **1.** Pentru fiecare trecere, următoare după a 4-a, se va adăuga 0,1 min. **2.** Minuirile care sînt cuprinse în timpul ajutător, dat mai sus sînt: *a* — ștergerea vîrfurilor mașinii-unelte; *b* — prinderea piesei, cu dorn, între vîrfuri; *c* — reglarea adîncimii de rectificat (avansul de pătrundere s_p); *d* — cuplarea mișcării de rotație a pietrelor-taler; *e* — cuplarea mișcării de rulare; *f* — reglarea poziției roții dințate în funcție de uniformitatea adaosului de prelucrare; *g* — aducerea conturului în poziția inițială; *h* — comutarea mecanismului de divizare; *i* — cuplarea avansului de trecere s_t; *j* — decuplarea mișcării de rotație a discurilor abrazive; *k* — desprinderea piesei cu dorn, de pe mașina-unealtă.

Tabelul 13.21. **Timpul ajutător pentru măsurări de control, la rectificacea roților dințate cilindrice pe mașini de rectificat roți dințate tip Maag și Niles**

A. Numărul considerat de măsurări pentru o singură piesă

Clasa de precizie a danturii (STAS 6273-60)	Numărul de dinți z ai roții de rectificat, pînă la: 10	30	50	65	80	100	> 100
	Numărul de măsurători pentru o singură piesă						
⩽6	3	4	5	6	7	8	9
>6	2	3	4	5	6	7	8

B. Timpul pentru măsurări de control

Mijlocul de măsurat	Tipul sau parametrul măsurării	Dimensiunea de măsurat, mm, pînă la: 50	100	200	300	400	> 400
		Timpul pentru măsurări, min/1 măsurare					
Micrometru pentru roți dințate	Cu așezare prealabilă la cotă	0,15	0,17	0,20	0,22	0,25	0,30
	Cu așezare la cotă în timpul măsurării	0,23	0,27	0,32	0,36	0,40	0,43
Șubler pentru roți dințate	$m < 5$ mm	0,60	0,60	0,60	—	—	—
	$m = 5 \ldots 10$ mm	0,75	0,75	0,75	—	—	—
	$m >$ 10 mm	1,00	1,00	1,00	—	—	—
Șubler optic pentru roți dințate	$m < 5$ mm	0,80	0,80	0,80	—	—	—
	$m = 5 \ldots 10$ mm	1,00	1,00	1,00	—	—	—
	$m >$ 10 mm	1,30	1,30	1,30	—	—	—
Calibru potcoavă bilateral limitativ	Cu partea „trece”	Pentru prima măsurare					0,10
		Pentru fiecare măsurare următoare					0,07
	Măsurare completă	Pentru prima măsurare					0,14
		Pentru fiecare măsurare următoare					0,10

Tabelul 13.22. **Timpi ajutători la rectificarea roților dințate cilindrice cu piatră melc**

Poz.	Mînuirile cuprinse în timpul ajutător	Masa piesei, kg, pînă la:				
		0,5	1,0	3,0	5,0	8,0
		Timp ajutător, min				
1	Prins, desprins piesa	0,29	0,32	0,42	0,51	0,65
2	Reglat mașina-unealtă	0,10	0,20	0,20	0,30	0,30
3	Prins piese între vîrfuri	0,16	0,16	0,16	0,25	0,40
4	Închis ecran de protecție	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
5	Pornit sistem ungere	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
6	Reglat poziția pietrei	—	—	0,50	0,50	0,60
7	Pornit, oprit mașina-unealtă	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
8	Introdus în șpan	0,20	0,20	0,20	0,20	0,25
9	Reglat perpendicularitatea	—	0,10	0,30	0,40	0,40
10	Reglat adîncimea de rectificat	0,20	0,30	0,30	0,40	0,50
11	Scos din șpan	0,10	0,10	0,10	0,20	0,30
12	Scos piesa dintre vîrfuri	0,16	0,16	0,20	0,30	0,50
13	Spălat piesa	0,10	0,20	0,20	0,40	0,50
14	Măsurători de control	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
	Total	2,31	2,74	3,58	4,46	5,45

Tabelul 13.23. **Timpi ajutători la rectificarea canelurilor exterioare pe mașini de rectificat canelurî**

A. Timpul ajutător pentru prinderea-desprinderea pieselor

Modul de prindere a piesei	Lungimea piesei, mm	Felul manipulării	Masa piesei, kg, pînă la:				
			3	5	8	12	20
			Timp ajutător, min				
Între vîrfuri	—	Manual	0,52	0,62	0,69	0,80	0,85
Între vîrfuri cu	⩽1000	Manual	0,73	0,83	0,90	1,01	1,05
lunetă fixă	>1000	Manual	—	—	0,96	1,09	1,15
În mandrină și vîrf	—	Manual	0,75	0,85	0,96	1,05	1,23
În mandrină și vîrf	⩽1000	Manual	0,96	1,07	1,17	1,27	1,44
cu lunetă fixă	>1000	Manual	—	—	1,23	1,34	1,53

Modul de prindere a piesei	Felul manipulării	Masa piesei, kg, pînă la:			
		30	50	80	> 80
Între vîrfuri	Mecanic	2,65	2,80	2,95	3,20
Între vîrfuri cu lunetă fixă	Mecanic	3,90	4,10	4,50	4,90
În mandrină și vîrf	Mecanic	4,15	4,45	4,70	5,00
În mandrină și vîrf cu lunetă fixă	Mecanic	4,55	4,85	5,10	5,45

B. Timpi ajutători legați de fază

Denumirea mînuirilor componente ale timpilor ajutători grupați	Cursa longitudinală maximă a mașinii, mm	
	⩽ 1500	> 1500
	Timp ajutător, min	
Apropierea accelerată a piesei prin deplasarea mesei mașinii sau a capului portpiatră	0,04	0,05
Reglarea poziției canelurii în vederea rectificării	0,40	0,50

Taaelul 13.23 (continuare)

Denumirea mînuirilor componente ale timpilor ajutători grupați		Cursa longitudinală maximă a mașinii, mm	
		< 1500	> 1500
		Timp ajutător, min	
Retragerea accelerată a piesei prin deplasarea mesei mașinii sau a capului portpiatră		0,04	0,05
Reglarea cursei prin montarea opritorilor		0,24	0,30
Cuplarea mișcării de deplasare alternativă a mesei mașinii sau capului portpiatră		0,02	0,03
Cuplarea sistemului de răcire		0,03	0,035
Decuplarea mișcării de deplasare alternativă a mesei mașinii sau capului portpiatră		0,02	0,03
Decuplarea sistemului de răcire		0,03	0,035
Total timpi ajutători grupați		0,82	1,03
Apropierea sau retragerea semifabricatului prin deplasarea mesei sau capului portpiatră, pe lungimea de :	200 mm	0,08	0,10
	500 mm	0,16	0,18
Deplasarea manuală a mesei mașinii sau a capului portpiatră, pe lungimea de :	50 mm	0,06	0,08
	100 m	0,12	0,16
Schimbarea numărului de curse duble		0,04	0,05
Coborîrea sau ridicarea ecranului de protecție		0,15	0,20

C. Timpul ajutător pentru măsurători de control

Mijlocul de măsurat	Dimensiunea măsurată, mm, pînă la :	Lungimea de rectificat, mm, pînă la :					
		50	100	250	500	1000	> 1000
		Timp ajutător, min					
Micrometru	50	0,29	0,31	0,37	0,46	0,63	0,75
	100	0,31	0,33	0,39	0,48	0,65	0,78
	> 100	0,38	0,40	0,46	0,55	0,75	0,85
Calibru limitativ	50	0,14	0,15	0,20	0,26	0,41	0,54
Comparator cu cadran	—	0,21	0,23	0,28	0,36	0,53	0,65

Tabelul 13.24. **Timpi ajutători pentru prinderea-desprinderea piesei și pentru măsurători de control la rectificarea canelurilor interioare**

Modul de prindere a piesei	Lungimea piesei, mm	Masa piesei, kg, pînă la :				
		1,0	3,0	5,0	10,0	20,0
		Timp ajutător pentru prinderea-desprinderea piesei, min				
În universal sau mandrină	⩽100	0,46	0,52	0,59	0,76	1,00
	> 100	0,55	0,65	0,75	0,90	1,50
A a atul de măsurat	**Lungimea măsurată, mm**	**Lungimea de rectificat, mm**				
		25	50	100	200	200
		Timp ajutător pentru măsurători de control, mia				
Micrometru de interior	⩽100	0,90	1,55	2,40	3,20	4,00
	> 100	1,20	1,70	2,80	3,80	4,60
Comparator cu cadran pentru alezaje	⩽100	0,70	1,35	2,20	3,00	3,80
	> 100	1,00	1,60	2,60	3,60	4,40

13.2.3. Determinarea timpilor de deservire

Timpii de deservire tehnică, la rectificarea roților dințate cilindrice prin procedeele Niles și Maag sînt dați în tabelul 13.25 și, respectiv, tabelul 13.26.

Tabelul 13.25. **Timpul de deservire tehnică, la rectificarea roților dințate cilindrice pe mașini de rectificat roți dințate de tip Niles**

Modulul normal al danturii rectificate, m_n mm	Calitatea suprafețelor prelucrate, R_a, µm	Timp de bază t_b pentru rectificarea piesei, min, pînă la:						
		50	100	200	300	500	700	900
		Timpul de desrevire tehnică, t_{dt}, în % din t_b						
3	3,2	3,8	2,5	1,9	1,5	1,0	0,8	0,7
	1,6	5,0	3,7	3,1	2,7	2,2	2,0	1,9
	0,8	7,5	5,0	3,7	3,0	2,5	2,3	2,1
4	3,2	4,5	3,0	2,0	1,5	1,0	0,8	0,7
	1,6	5,8	4,2	3,3	2,7	2,3	2,1	2,0
	0,8	9,0	6,0	4,0	3,0	2,6	2,3	2,2
5	3,2	6,0	5,0	4,0	3,0	2,0	1,4	1,3
	1,6	7,2	6,2	5,3	4,3	3,3	2,7	2,4
	0,8	12,0	10,0	8,0	6,0	4,0	3,0	2,5
6	3,2	7,0	6,0	5,0	4,0	3,0	2,2	2,0
	1,6	8,3	7,3	6,2	5,3	4,2	3,4	3,1
	0,8	14,0	12,0	10,0	8,0	6,0	4,5	4,0
7	3,2	—	—	6,5	5,5	4,5	3,5	3,0
	1,6	—	—	8,5	7,5	6,5	5,5	4,5
	0,8	—	—	13,0	11,0	9,0	7,0	6,0
8	3,2	—	—	7,5	6,5	5,5	4,5	3,5
	1,6	—	—	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0
	0,8	—	—	15,0	13,0	11,0	9,0	7,0
9	3,2	—	—	10,0	9,0	8,0	7,0	6,0
	1,6	—	—	15,0	13,0	11,0	9,0	8,0
	0,8	—	—	20,0	18,0	16,0	14,0	12,0

Tabelul 13.26. **Timpul de deservire tehnică la rectificarea roților dințate cilindrice pe mașini de rectificat roți dințate tip Maag**

Diametrul exterior al pietrelor-taler, D, mm	Timpul de bază t_b, min, pînă la:								
	50	100	200	300	500	700	900	1200	> 1200
	Timpul de deservire tehnică, t_{dt}, în % din t_b								
⩽220	6,5	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	4,0	3,5
⩾220	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	5,0	4,5	4,5	4,0

În cazul rectificării roților dințate cilindrice pe mașini Reishauer, timpul de deservire tehnică se determină cu relația

$$t_{dt} = 0{,}024\, t_b\,, \tag{13.16}$$

în care t_b este timpul de bază determinat cu relația (13.10).

La rectificarea canelurilor exterioare, timpul de deservire tehnică se determină cu relația

$$t_{dt} = \frac{t_{dt1} \cdot t_b}{T}, \tag{13.17}$$

Tabelul 13.27. **Timpul de deservire tehnică a locului de muncă t_{dt} la rectificarea canelurilor**

Operația de rectificare		Cursa longitudinală maximă a mașinii, mm	
		⩽1500	> 1500
		Timpul t_{dt1}, min	
Rectificare pe partea:	periferică și părțile frontale	2,3	3,2
	periferică cilindrică	1,0	1,6
	periferică conică	1,0	1,6
	periferică raionată	1,4	2,0

în care t_{dt1} este timpul specific de deservire tehnică, min (tabelul 13.27), t_b — timpul de bază obținut cu relația (13.12) și T — valoare convențională, egală cu 15 min.

La rectificarea canelurilor interioare, timpul de deservire tehnică se determină cu relația

$$t_{dt} = 0{,}03\, t_b, \tag{13.81}$$

pentru o cursă longitudinală maximă a mașinii-unelte de 1000 mm, și cu relația

$$t_{dt} = 0{,}035\, t_b, \tag{13.18'}$$

pentru o cursă longitudinală maximă a mașinii-unelte peste 1000 mm.

Timpii de deservire organizatorică se determină pe baza unor cote procentuale din timpul operativ, după cum urmează:

a) la rectificarea roților dințate cilindrice prin procedeul Niles

$$t_{do} = 0{,}025\, t_{op}; \tag{13.19}$$

b) la rectificarea roților dințate cilindrice prin procedeul Maag

$$t_{do} = 0{,}030\, t_{op}; \tag{13.20}$$

c) la rectificarea roților dințate cilindrice prin procedeul Reishauer

$$t_{do} = 0{,}016\, t_{op}; \tag{13.21}$$

d) la rectificarea canelurilor,

$$t_{do} = 0{,}015\, t_{op}, \tag{13.22}$$

pentru valoarea maximă a cursei longitudinale de 1000 mm, și

$$t_{do} = 0{,}021\, t_{op}, \tag{13.22'}$$

pentru o cursă longitudinală maximă a mașinii-unelte peste 1000 mm.

13.2.4. Determinarea timpilor de odihnă și necesități fiziologice

La rectificarea roților dințate cilindrice prin rulare cu divizare periodică (procedeele Niles, Maag), timpul de odihnă și necesități fiziologice se determină cu relația

$$t_{on} = 0{,}04\, t_{op}. \tag{13.23}$$

Tabelul 13.28. **Timpul de odihnă şi necesităţi fiziologice, la rectificarea canelurilor**

Timpul operativ, min	Timpul ajutător, manual sau mecano-manual, în % din timpul operativ	Masa piesei, kg, pînă la:					
		3,0	5,0	8,0	12,0	20,0	> 20,0
		Timpul t_{on}, în % din timpul operativ:					
2,5...5,0	>50	3,0	3,0	3,0	3,5	4,0	3,5
	≤50	3,0	3,0	3,0	3,0	3,5	3,0
>5	—	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0

În cazul procedeului Reishauer,

$$t_{on} = 0{,}03\, t_{op} \qquad (13.24)$$

Timpul de odihnă şi necesităţi fiziologice la rectificarea canelurilor este prezentat în tabelul 13.28.

13.2.5. Determinarea timpilor de pregătire-încheiere

Pentru procedeele Niles şi Maag, de rectificare a roţilor dinţate cilindrice, timpii de pregătire-încheiere sînt daţi în tabelul 13.29, iar pentru rectificarea canelurilor — în tabelul 13.30.

Tabelul 13.29. **Timpul de pregătire-încheiere la rectificarea roţilor dinţate cilindrice, pe maşini de rectificat roţi dinţate tip Niles şi Maag**

Poz.	Metoda de prindere a semifabricatului		Tipul maşinii de rectificat	
			Cu un disc abraziv (Niles)	Cu două pietre taler (Maag)
			Timpul de pregătire-încheiere $T_{pî}$, min	
1	Pe dorn conic şi bucşă elastică		50	80
2	Pe dorn cilindric între vîrful antrenor şi lunetă		—	85
	Denumirea fazelor suplimentare			
3	Montarea sau demontarea:	păpuşii mobile	—	3
4		lunetei	2	2
5	Înclinarea pietrelor abrazive cu unghi de 0°, 15°, 20°		—	4
6	Rotirea suportului şi glisierei la unghiul de înclinare a danturii $\beta_0 = 0°...45°$		11	15
7	Înlocuirea pietrei abrazive		15	7
8	Corectarea pietrei abrazive pe	radială	4	3
9	suprafaţa	frontală	0,4	0,8
10	Primirea şi predarea documentaţiei, sculelor şi dispozitivelor, aparatelor de măsurare etc.		4	4
11	Primirea indicaţiilor tehnice de la maistru		2	2

Observaţie. În cazul corectării pietrelor abrazive în timpul lucrului, fără înlocuirea acestora, timpii de pregătire-încheiere de la poziţiile 8 şi 9 se vor corecta cu coeficientul $K = 0{,}50$.

În cazul rectificării roților dințate cilindrice prin procedeul Reishauer, timpii de pregătire-încheiere se determină astfel:

— pentru roți dințate cilindrice cu dantură dreaptă, $T_{pî} = 25$ min;

— pentru roți dințate cilindrice cu dantură înclinată, $T_{pî} = 35$ min.

Tabelul 13.30. **Timpi de pregătire-încheiere la rectificarea canelurilor pe mașini de rectificat caneluri**

Poz.	Metoda de prindere a semifabricatului	Procedeul de rectificare		Cursa longitudinală maximă a mașinii-unelte, mm, până la: ⩽ 1500	> 1500
				Timp de pregătire-încheiere, $T_{pî}$, min	
1	În universal sau con de antrenare	Rectificarea fundului canelurii cu o piatră raionată		9,0	12,0
2		Rectificarea canelurii cu o piatră profilată		11,0	14,0
3		Rectificarea suprafețelor laterale cu două pietre	cilindrice	13,0	16,0
4			conice	15,0	18,0
5		Rectificarea suprafețelor laterale prin pendulare		17,0	20,0
		Denumirea fazelor suplimentare			
6	Montarea sau demontarea:	Capului de rectificat caneluri	exterioare	14,0	16,0
7			interioare	16,0	18,0
8		Dispozitivului de centrare a profilului canelurii în raport cu axa pietrei abrazive		2,0	2,5
9		Dispozitivului de corectare a pietrei abrazive		2,0	2,5
10		Automatului de pendulare a broșei pietrei de rectificat		1,6	2,0
11		Universalului		1,8	2,0
12		Conului de antrenare		1,0	1,2
13		Lunetei		0,6	0,8
14		Păpușii mobile		2,4	3,0
15	Înlocuirea pietrei abrazive			5,0	6,0
16	Corectarea pietrei abrazive pe suprafața		radială	1,5	2,0
17			frontală	2,0	2,5
18			profilată	3,0	3,5
19	Primirea și predarea documentației, sculelor și dispozitivelor, aparatelor de măsurat etc.			4,0	4,0
20	Primirea indicațiilor tehnice de la maistru			2,0	2,0

Observație. În cazul corectării pietrelor abrazive în timpul lucrului, fără înlocuirea acestora, timpii de pregătire-încheiree de la poz. 16, 17 și 18 se vor multiplica cu coeficientul $K = 0{,}50$.

13.3. Exemple de calcul al normei tehnice de timp la rectificarea danturii roților dințate și canelurilor

13.3.1. Rectificarea roților dințate cilindrice prin procedeul Niles

Se consideră următoarele date ale problemei:

a. Denumirea piesei: roată dințată cilindrică cu dinți drepți.

b. Elementele de definire a danturii:

— numărul de dinți, $z = 64$ dinți;

— unghiul profilului de referință, $\alpha_0 = 20°$;

— coeficientul înălțimii capului de referință, $f_0 = 1$;

— coeficientul jocului de referință, $w_0 = 0{,}25$;

— deplasarea specifică, $\xi = 0$;

— modulul, $m = 7$ mm.

c. Materialul roții: 15 C 08 (STAS 791-80), cementat-călit; după tratament duritatea flancurilor dinților este 58...60 HRC.

d. Clasa de precizie 6 (STAS 6273-81), rugozitatea suprafețelor flancurilor dinților $R_a = 0{,}8$ μm.

e. Serie de fabricație, 120 buc.

f. Masa piesei = 60 kg.

g. Caracteristicile pietrei abrazive, piatră conică plană III, (STAS 603-76), structura En, 25...16 K.C., diametrul pietrei 210 mm.

h. Verificator: micrometru pentru roți dințate.

i. Mașina-unealtă: mașină de rectificat roți dințate cilindrice, tip Niles, WMW 600 ×10.

Să se determine norma tehnică de timp.

Rezolvare. Din tabelul 13.1 rezultă $L_r = 85$ mm, iar din tabelul 13.2, pentru $D_a = m.z = 7 \cdot 64 = 448$ mm, se obține $A_c = 0{,}25$ mm.

Din datele problemei $i_s = 1$, $i_f = 1$, $s_p = 0{,}09$ mm/trecere, $s_{pd} = 0{,}045$ mm/trecere, $s_{pf} = 0{,}015$ mm/trecere (tabelul 13.3) și deci,

$$i_d = \frac{A_c - (s_{pf} + d_{sd})}{s_{pd}} = \frac{0{,}25 - (0{,}015 - 0{,}045)}{0{,}09} = 2 \text{ treceri.}$$

Din tabelul 13.4, *a* și 13.4, *b* rezultă, $s_{td} = s_{ts} = 5{,}3 \cdot 0{,}8 = 4{,}2$ mm/c.d. și $s_{tf} = 0{,}80$ mm/c.d.

Numărul de curse duble pe minut va fi:

— pentru degroșare, $n_d = \frac{1000.v_d}{2L} = \frac{1000.15}{2.80} = 94$ c.d./min;

— pentru semifinisare, $n_s = \frac{1000.v_s}{2L} = \frac{1000.10}{2.80} = 63$ c.d./min;

— pentru finisare, $n_f = \frac{100}{2L} = \frac{1000.8}{2.80} = 50$ c.d./min, unde $L = B + (5 \ldots 10)$ mm $= 70 + (5 \ldots 10) = 80$ mm.

Din cartea tehnică a mașinii-unelte WMW 600 × 10 se adoptă, $n_d = 100$ c.d./min, $n_s = 71$ c.d./min și $n_f = 50$ c.d./min.

Din tabelul 13.5, pentru $D_d = 448$ mm și $m = 7$mm, se obține timpul de comutare și divizare, $\tau = 0{,}085$ min/trecere.

Conform relației (13.2) rezultă timpul de bază

$$t_b = 2z\left[L_r\left(\frac{i_d}{s_{td}\cdot n_d} + \frac{i_s}{s_{ts}\cdot n_s} + \frac{i_d}{s_{tf}\cdot d_f}\right)\right] + \tau\cdot(i_d + i_s + i_f) =$$

$$= 2.63\left[85\left(\frac{2}{4{,}2\cdot 100} + \frac{1}{4{,}2\cdot 71} + \frac{1}{0{,}8\cdot 50}\right)\right] + 0{,}085(2+1+1) = 426{,}5 \text{ min.}$$

Din tabelul 13.19, $t_{a1} + t_{a2} = 3.2{,}2$ min $= 6{,}6$ min, iar din tabelul 13.21, $t_{a3} = 7.0{,}42 = 3{,}01$ min, deci $t_a = t_{a1} + t_{a2} + t_{a3} = 9{,}61$ min și $t_{op} = t_b + t_a = 426{,}5 + 9{,}61 = 436{,}11$ min,

Din tabelul 13.25, timpul de deservire tehnică va fi $t_{dt} = 0{,}09\ t_b = 0{,}09 \cdot 426{,}5 = 38{,}4$ min, iar din relația (13.19) rezultă timpul de deservire organizatorică $t_{do} = 0{,}025.t_{op} = 0.025 \cdot 436{,}11 = 10{,}9$ min și $t_{on} = 0{,}04.t_{op} = 0{,}04 \cdot 436{,}11 = 17{,}45$ min. Din tabelul 13.29, pozițiile 1, 6, 7, 10, 11, rezultă $T_{pi} = 50 + 11 + 15 + 4 + 2 = 82$ min.

În final rezultă norma tehnică de timp

$$N_T = T_{pi}/n + t_b + t_a + t_{dt} + t_{do} + t_{on} = 81/120 + 426{,}5 + 9{,}61 + 38{,}4 + 10{,}9 + 17{,}45 = 503{,}6 \text{ min.}$$

13.3.2. Rectificarea roților dințate cilindrice prin procedeul Maag

Se consideră următoarele date ale problemei:

a. Denumirea piesei: roată dințată cilindrică cu dinți înclinați.

b. Elementele de definire ale danturii:
- numărul de dinți, $z = 45$ dinți;
- unghiul profilului de referință, $\alpha_0 = 20°$;
- coeficientul înălțimii capului de referință, $f_0 = 1$;
- coeficientul jocului de referință, $w_0 = 0{,}25$;
- unghiul de înclinare de referință, $\beta_0 = 15°$;
- deplasarea specifică normală, $\xi_n = 0$;
- modulul normal, $m_n = 4$ mm.

c. Materialul roții, 13 CN 35 (STAS 791-80), cementat-călit, după tratament, duritatea flancurilor dinților fiind de 60...62 HRC.

d. Clasa de precizie 6 (STAS 6273-81), rugozitatea suprafețelor flancurilor dinților, $R_a = 0{,}8$ μm.

e. Serie de fabricație, 100 buc.

f. Masa piesei, 3,2 kg.

g. Caracteristicile pietrei abrazive: piatră taler tip II, STAS 603-76, structura En, 25...16 K.C., diametrul pietrei $D_s = 220$ mm.

h. Verificator: micrometru pentru roți dințate.

i. Mașina-unealtă: mașină de rectificat roți dințate cilindrice tip Maag.

Să se determine norma tehnică de timp.

Rezolvare. Pentru $m_n = 4$ mm și $D_d = m_f \cdot z = \frac{m_n}{\cos\beta_0} \cdot z = \frac{4}{\cos 15°} \cdot 45 =$ $= 186{,}345$ mm, din tabelul 13.6 și tabelul 13.7 rezultă $n_r = 135$ rulări/min și $A_c = 0{,}16$ mm.

Din cartea tehnică a mașinii-unelte se adoptă $n_r = 136$ rulări/min. Înălțimea dintelui este $h = 2{,}25\ m_n = 2.25 \cdot 4 = 9$ mm și, cum lățimea danturii este $B = 24$ mm, rezultă $L = B/\cos\beta_0 + 2\sqrt{n(D_s - h)} + 20 = 24/\cos 15° +$ $+ 2\sqrt{9(220 - 9)} + 20 = 132$ mm.

Din tabelul 13.8 se adoptă $i_f = 2$, $s_{pf} = 0{,}01$ mm/trecere, $s_{pd} = 0{,}35$ mm/trecere și, deci,

$$i_d = \frac{A_c - (s_{pf} \cdot i_f)}{s_{pd}} = \frac{0{,}16 - (0{,}01 \cdot 2)}{0{,}035} = 4 \text{ treceri.}$$

Din tabelul 13.9 se adoptă $s_{td} = 3{,}6$ mm/rulare și $s_{tf} = 1{,}35$ mm/rulare.

Din tabelul 13.10 se adoptă $\tau_d = 0{,}02$ min și $\tau_f = 0{,}015$ min.

Rezultă timpul de bază

$$t_b = z\left[\frac{L}{n_r}\left(\frac{i_d}{s_{td}} + \frac{i_f}{s_{tf}}\right) + (\tau_d \cdot i + \tau_f \cdot i_f)\right] = 45\left[\frac{132}{136}\left(\frac{4}{3{,}6} + \frac{2}{1{,}35}\right) + (0{,}02 \cdot 4 + \right.$$

$$\left. + 0{,}015 \cdot 2)\right] = 118{,}4 \text{ min.}$$

Din tabelul 13.19, $t_{a1} + t_{a2} = 2 \cdot 3{,}2$ min $= 6{,}4$ min, iar din tabelul 13.21, $t_{a3} = 5 \cdot 0{,}32 = 1{,}60$ min și, deci, $t_a = t_{a1} + t_{a2} + t_{a3} = 8{,}00$ min. Timpul operativ va fi $t_{op} = t_b + t_a = 118{,}4 + 8{,}0 = 126{,}4$ min.

Din tabelul 13.26, timpul de deservire tehnică va fi $t_{dt} = 0{,}055\ t_b = 0{,}055 \cdot$ $\cdot 118{,}4 = 6{,}51$ min, iar timpul de deservire organizatorică $t_{do} = 0{,}03\ t_{op} = 0{,}03 \cdot$ $\cdot 126{,}4 = 3{,}8$ min (relația 13.20).

De asemenea, $t_{on} = 0{,}04 t_{op} = 0{,}04 \cdot 126{,}4 = 5{,}06$ min și din tabelul 13.29 pozițiile 2, 5, 6, 7, 10,11, rezultă $T_{pi} = 85 + 4 + 15 + 7 + 4 + 2 = 117$ min.

În final, norma tehnică de timp va fi

$$N_T = T_{pi}/n + t_b + t_a + t_{at} + t_{ao} + t_{on} = 117/100 + 118{,}4 + 8 + 6{,}51 + 3{,}8 + 5{,}06$$

$$= 142{,}94 \text{ min} \approx 143 \text{ min}.$$

13.3.3. Rectificarea roților dințate cilindrice prin procedeul Reishauer

Se consideră următoarele date ale problemei:

a. Denumirea piesei: roată dințată cilindrică cu dinți drepți;

b. Elementele de definire ale danturii:

— numărul de dinți, $z = 63$ dinți;

— unghiul profilului de referință, $\alpha_0 = 20°$;

— coeficientul înălțimii capului de referință, $f_0 = 1$;

— coeficientul jocului de referință, $w_0 = 0{,}25$;

— deplasarea specifică, $\xi = 0$;

— modulul, $m = 3$ mm.

c. Materialul roții: 36 MoC 10 (STAS 791—80), călit la 50...60 HRC.

d. Clasa de precizie 7 (STAS 6273-81), rugozitatea suprafețelor flancurilor dinților, $R_a = 1{,}6$ μm.

e. Seria de fabricație: 300 buc.

f. Masa piesei: 2,7 kg.

g. Caracteristicile pietrei abrazive: melc abraziv cu diametrul exterior 350 mm și grosimea 62 mm.

h. Verificator: micrometru pentru roți dințate.

i. Mașină-unealtă: mașină de rectificat roți dințate tip N.Z.A.-111 Reishauer.

Să se determine norma tehnică de timp.

Rezolvare. Lungimea totală a cursei de rectificare pe direcția dintelui, relația (13.11), pentru o lățime a danturii $B = 20$ mm. va fi $L = B + 2m = 20 + 2 \cdot 3 = 26$ mm. Pentru $A_c = 0{,}25$ mm și $m = 3$ mm, din tabelul 13.11 rezultă $t_{bs} = 0{,}630$ min, iar din tabelul 13.12, $k_z = 1{,}00$.

Timpul de bază se determină cu relația (13.10):

$$t_b = t_{bs} \cdot L \cdot z \cdot k_z/60 = 0{,}640 \cdot 26 \cdot 63 \cdot 1/60 = 17{,}47 \text{ min}.$$

Din tabelul 13.22, $t_a = 3{,}58$ min; din relația (13.16), $t_{at} = 0{,}024 \cdot t_b = 0{,}024 \cdot 17{,}47 = 0{,}42$ min; din relația (13.21), $t_{ao} = 0{,}016 \cdot t_{op} = 0{,}016\ (17{,}47 + 3{,}58) = 0{,}34$ min; din relația (13.24), $t_{on} = 0{,}030 \cdot t_{op} = 0{,}03\ (17{,}47 + 3{,}58) = 0{,}63$ min și din § 13.2.5, $T_{pi} = 25$ min.

În final, norma tehnică de timp va fi

$$N_T = T_{pi}/n + t_b + t_a + t_{at} + t_{ao} + t_{on} = 25/300 + 17{,}47 + 3{,}58 + 0{,}42 + 0{,}34 + 0{,}63 = 22{,}52 \text{ min}.$$

13.3.4. Rectificarea canelurilor

Se consideră următoarele date ale problemei:

a. Denumirea piesei: arbore canelat.

b. Elementele canelurii:

— caneluri dreptunghiulare, seria mijlocie, STAS 1769-68;

— numărul canelurilor, $z = 6$;

— diametrul exterior al canelurilor, $D = 52$ mm;

— lungimea canelurii, $l = 200$ mm.

c. Material: 13 CN 20 (STAS 791-80), cementat, călit la HRC 50.

d. Rugozitatea suprafețelor rectificate, $R_a = 0{,}8$ μm.

e. Masa piesei: 4 kg.

f. Seria de fabricație 100 buc.

g. Scula abrazivă: piatră cilindrică plană (STAS 601-75), structura En 25...16 L.

h. Fixarea piesei: între vîrfuri cu antrenor.

i. Verificator: micrometru.

j. Mașina-unealtă: mașină universală de rectificat caneluri.

Rezolvare. Din tabelul 13.16, pentru $l_p = 200$ mm, $D = 52$ mm și material cementat și călit, se obține $A_c = 0{,}28$ mm.

Din tabelul 13.15, numărul de treceri pentru fazele de semifinisare și finisare sînt, $i_s = 4$ treceri cu $v_s = 8$ m/min, $i_f = 3$ treceri cu $v_s = 8$ m/min și $sp_s = 0{,}015$ mm/c.d., $sp_f = 0{,}005$ mm/c.d.

$$\text{Rezultă: } i_d = \frac{A_c - (i_f \cdot s_{pf} + i_s \cdot s_{ps})}{s_{pd}} = \frac{0{,}28 - (3 \cdot 0{,}005 + 0{,}015)}{0{,}055} =$$

$$= 4 \text{ treceri,}$$

în care s_{pd}, mm/c.d., s-a adoptat din tabelul 13.17 pentru $A_c = 0{,}28$ mm, și $l_p/D = 4$.

Din tabelul 13.13, viteza avansului principal la degroșare este, $v_s = 6{,}3$ m/min.

Timpul de bază se determină cu relația (13.12).

$$t_b = \frac{2L \cdot z \cdot i}{100 \cdot v_s} \cdot k = \frac{2z}{1000} \cdot \frac{L_d \cdot i_d}{v_{sd}} \cdot k_d + \frac{L_f}{v_{sf}} (i_s + i_f) k_f = \frac{2.6}{1000} \frac{240 \cdot 4}{6{,}3} \cdot 1{,}25 +$$

$$+ \frac{250}{8} (4+3) \cdot 1{,}50 = 6{,}225 \text{ min,}$$

în care, din tabelul 13.14, $L_d = l_p + l_{1d} = 200 + 40 = 240$ mm și $L_f = l_p + l_{1f} = 200 + 50 = 250$ mm.

Din tabelul 13.23, $t_{a1} = 0{,}62$ min, $t_{a2} = 0{,}82 \cdot 3 + 0{,}04 + 0{,}15 = 2{,}65$ min. Timpul ajutător pentru măsurări de control se suprapune pe timpul de bază

și deci, $t_a = t_{a1} + t_{a2} = 3{,}27$ min, iar timpul operativ va fi $t_{op} = t_b + t_a = 6{,}225 + 3{,}27 = 9{,}495$ min. Conform relației (13.17) și tabelului 13.27 :

$$t_{dt} = t_{dt1} \cdot t_b / T = 2{,}3 \cdot 6{,}225/15 = 0{,}955 \text{ min.}$$

De asemenea, pe baza relației (13.22) și a tabelului 13.28, $t_{do} = 0{,}015\ t_{op} = 0{,}015 \cdot 9{,}495 = 0{,}145$ min, $t_{on} = 0{,}03 . t_{op} = 0{,}03 \cdot 9{,}495 = 0{,}285$ min și $T_{pi} = 11$ min.

Prin urmare, norma tehnică de timp va fi

$$N_T = T_{pi}/n + t_b + t_a + t_{at} + t_{do} + t_{on} = 11/100 + 6{,}225 + 3{,}27 + 0{,}955 +$$

$$+ 0{,}145 + 0{,}285 = 10{,}99 \text{ min} \approx 11 \text{ min.}$$

Capitolul 14

NORMAREA TEHNICĂ LA PRELUCRĂRILE DE NETEZIRE

14.1. Introducere

Operațiile de netezire reprezintă acele prelucrări finale ale pieselor prin care se urmărește obținerea unei calități foarte ridicate a suprafețelor. Unele procedee de netezire asigură și creșterea preciziei dimensionale și a preciziei formei geometrice, și corectarea poziției reciproce a elementelor geometrice *ale pieselor, precum și mărirea ariei de contact la piesele conjugate.*

Adaosul de prelucrare la oprațiile de netezire este, în general, foarte mic și de multe ori este cuprins în cîmpul de toleranță al dimensiunii respective. De aceea este foarte important ca operația tehnologică anterioară netezirii să asigure o precizie de prelucrare corespunzătoare.

Netezirea suprafețelor se poate realiza prin următoarele metode:

a) așchiere mecanică, utilizîndu-se un abraziv dur (electrocorindon, carbură de siliciu, borazon, diamant etc.) , metodă folosită la honuire, supranetezire, lepuire;

b) așchiere mecano-chimică, cînd are loc și o acțiune chimică a mediului abraziv, cu influență asupra înmuierii stratului superficial de oxizi ai metalului, favorizînd îndepărtarea lui ușoară cu ajutorul unor abrazivi mai puțin duri — metoda utilizîndu-se la lepuire, rodare și șlefuire cu paste abrazive;

c) așchiere mecano-termică, la care, datorită temperaturii ridicate în zona de contact sculă-piesă, are loc o curgere plastică superficială a materialului — metoda utilizîndu-se la șlefuirea cu granule abrazive pe discuri din fetru, pîslă, bumbac.

Productivitatea prelucrărilor de netezire este esențial condiționată de calitatea impusă suprafeței netezite și de diferența dintre calitatea suprafeței rezultată la operația tehnologică anterioară și cea de după netezire. Cu cît calitatea suprafeței prescrisă pentru netezire este mai ridicată, cu atît se impune utilizarea unor particule abrazive de granulație mai fină, ceea ce conduce la creșterea timpului de bază al prelucrării. Pe de altă parte, dacă operația tehnologică anterioară a condus la o calitate mai redusă a suprafeței, este necesară realizarea mai multor faze de netezire, cu micșorarea consecutivă a granulației abrazivului folosit.

Datorită dificultății de evaluare exactă a avansului transversal, relațiile de calcul al timpului de bază sau timpului operativ la prelucrările de netezire sînt stabilite pe baza expresiei empirice a volumului de metal detașat în unitatea de timp. În plus, ca urmare a complexității și varietății cinematice a pro-

cedeelor de netezire, nu sînt determinate relaţii de calcul al timpului de bază pentru toate aceste procedee. În aceste cazuri sînt indicate în tabele valori determinate statistic pentru timpul de bază, în condiţii de prelucrare specificate.

Toate valorile timpilor de bază şi ajutători, indicate în acest capitol, corespund producţiei de serie mijlocie. În cazul producţiei de serie mare, la prelucrările prin honuire, supranetezire, lepuire şi rodare, valorile timpului de bază se micşorează, faţă de cele date în tabele, cu 35...40 %, iar la şlefuire şi lustruire — cu 20 %. De asemenea la producţia de serie mare, se reduc valorile timpilor ajutători, pentru toate procedeele de netezire, cu 20...40 %. În condiţiile producţiei de masă, la honuire şi supranetezire, timpul de bază se micşorează cu aproximativ 50 %, iar timpii ajutători — cu 30...50 %. Norma tehnică de timp la prelcurările de netezire, executate pe maşini-unelte specializate, automate sau semiautomate, într-o producţie de masă, se va stabili prin experimentări directe, în funcţie de condiţiile concrete de prelucrare.

14.2. Honuirea

14.2.1. Principii şi noţiuni de bază

Honuirea reprezintă un procedeu de prelucrare finală a suprafeţelor cilindrice interioare şi, mai rar, exterioare, prin care se asigură o precizie dimensională ridicată (treptele 4...6 de precizie) şi o calitate foarte bună a suprafeţei (pînă la $R_a = 0{,}025$ μm). Procedeul se aplică pentru un domeniu foarte larg de dimensiuni ale suprafeţei de prelucrat. Frecvent se prelucrează suprafeţe avînd diametrul $D_p \leqslant 750$ mm şi caracterizate prin rapoarte $l_p/D_p = 1...50$, unde l_p este lungimea generatoarei suprafeţei şi D_p — diametrul acesteia. În cazul suprafeţelor interioare, pe măsura creşterii raportului l_p/D_p, finisarea prin honuire se realizează în condiţii mai avantajoase faţă de finisarea prin rectificare interioară.

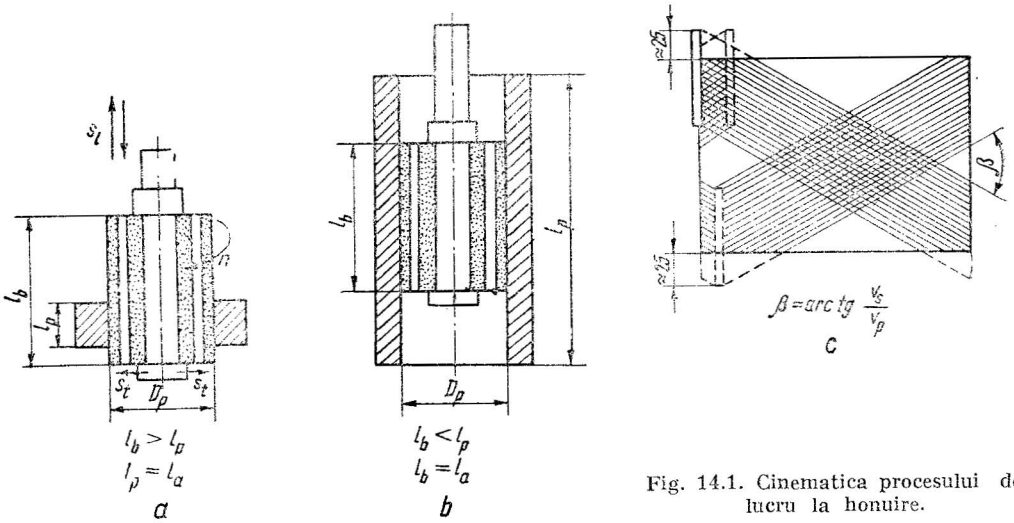


Fig. 14.1. Cinematica procesului de lucru la honuire.

Cinematica honuirii rezultă din figura 14.1. Atît mişcarea principală de rotaţie n, cît şi mişcarea de avans s_l, rectilinie-alternativă în lungul axei su-

prafeței de prelucrat, sînt efectuate de către capul de honuit. Pentru eliminarea întregului adaos de prelucrare este necesară și mișcarea de avans transversal s_t a barelor abrazive.

Productivitatea prelucrărilor prin honuire este influențată în principal de caracteristicile fizico-mecanice ale materialului de prelucrat, caracteristicile abrazivului folosit, mărimea unghiului β de înclinare a traiectoriei mișcării efective (fig. 14.1), valorile parametrilor regimului de așchiere, montajul simetric sau asimetric al barelor abrazive (fig. 14.2) și de tipul mașinii-unelte.

Pentru honuire se utilizează bare abrazive cu liant ceramic. În ultimul timp au început să se folosească și bare abrazive din granule de diamant încorporate în liant metalic (bronz). Caracteristicile recomandate ale abrazivului, în funcție de materialul de prelucrat, sînt date în tabelul 14.1.

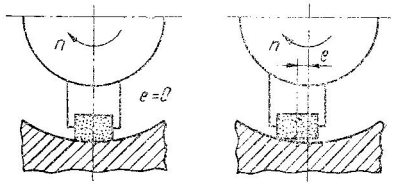


Fig. 14.2. Montarea barelor abrazive în capul de honuit.

Unghiul de înclinare β are valori cuprinse între 15° și 50°. Pe măsura creșterii unghiului β, se mărește productivitatea prelucrării prin honuire, dar se înrăutățește calitatea suprafeței.

Montajul asimetric al barelor abrazive conduce la o productivitate mai ridicată a prelucrării, întrucît favorizează autoascuțirea barelor abrazive.

Tabelul 14.1. **Caracteristicile recomandate ale abrazivului la honuire**

Materialul de prelucrat	Calitatea suprafeței prelucrate, R_a, μm	Natura abrazivului [1]	Granulația [2]	Duritatea [3]
Oțel călit, *HRC*> 60	0,8	E, CB	6—5	K
	0,4	E, CB	5—4	I—K
	0,2	E, CB	4—M28	I—J
	0,1	E, CB	M28—M20	I
Oțel îmbunătățit, *HB* = 320 ... 363	0,8	E	6—5	L
	0,4	E	5—4	K
	0,2	E	M28—M20	I—K
Oțel necălit	0,8	E	6—5	L—M
	0,4	E	5—4	L
	0,2	E	4—M28	K
Oțel nitrurat, *HRB* 80	0,8	Cn	6—5	I—K
	0,4	Cn	5—4	I—K
	0,2	Cn	4—M28	I—J
Oțel cromat	0,4	E, CB	5—4	L
	0,2	E, CB	4—M28	L
	0,1	E, CB	M28—M20	K
Fontă	0,8	Cn	8—6	P
	0,4	Cn	5—4	O—P
	0,2	Cn	4—M40	N
Aliaje neferoase	0,8	Cn	6—5	Q—R
	0,4	Cn	5—4	P
	0,2	Cn	4—M28	O—P

Observații. **1.** Simbolurile utilizate pentru natura abrazivului sînt: E — electrocorindon; CB — carbură de bor (borazon, elbor); Cn — carbură de siliciu; **2.** Granulația pietrei abrazive este exprimată prin numere granulometrice conform STAS 1753-76. **3.** Duritatea pietrelor abrazive este dată conform STAS 1469-68.

14.2.2. Determinarea normei tehnice de timp

Norma tehnică de timp, la prelucrarea prin honuire, se determină cu ajutorul relației

$$N_T = \frac{T_{pi}}{n} + t_b + t_a + t_{dt} + t_{do} + t_{on}, \tag{14.1}$$

în care specificația notațiilor folosite s-a prezentat la cap. 3.

14.2.2.1. **Determinarea timpului de bază.** Luînd în considerare volumul de material îndepărtat în unitatea de timp, timpul de bază la prelucrările prin honuire, se poate determina cu relația

$$t_b = \frac{\pi \cdot D_p \cdot l_p \cdot A_c}{2V_m} \text{ [min]}, \tag{14.2}$$

în care D_p, l_p sînt diametrul, respectiv lungimea generatoarei suprafeței cilindrice prelucrate, mm, A_c — adaosul de prelucrare simetric, mm (tabelul 14.2), V_m — volumul de material îndepărtat în unitatea de timp, mm³/min.

Tabelul 14.2. **Adaosuri de prelucrare simetrice la honuire**

Diametrul suprafeței prelucrate D_p, mm	Caracterul prelucrării	Adaosul de prelucrare, A_c, mm	
		Oțel	Fontă
150	Într-o singură trecere sau degroșare	0,020—0,040	0,020—0,100
	Finisare	0,008—0,010	0,008—0,012
150—300	Într-o singură trecere sau degroșare	0,030—0,050	0,080—0,160
	Finisare	0,010—0,015	0,012—0,020
>300	Într-o singură trecere sau degroșare	0,040—0,075	0,120—0,200
	Finisare	0,014—0,020	0,081—0,025

Volumul de material îndepărtat în unitatea de timp V_m depinde de dimensiunile suprafeței prelucrate prin honuire, dimensiunile și numărul barelor abrazive ale capului de honuit, de precizia prelucrării. Se poate determina cu relația

$$V_m = C_V \cdot D_p \cdot R_a^x \cdot T^{0,4} \cdot l_a \text{ [mm}^3\text{/min]}, \tag{14.3}$$

în care:

C_V este un coeficient a cărui valoare depinde de materialul de prelucrat și de calitatea suprafeței honuite (tabelul 14.3);

R_a — rugozitatea suprafeței rezultată la operația tehnologică anterioară, μm;

T — toleranța dimensională de la prelucrarea anterioară, mm;

x — exponent a cărui valoare depinde de proprietățile materialului de prelucrat și de calitatea suprafeței: pentru oțel, valorile

exponentului x sînt: $x = 0{,}4$ dacă $R_a = 1{,}5 \ldots 0{,}4$ μm și $x = 0{,}6$ dacă $R_a < 0{,}4$ μm; pentru fontă: $x = 0{,}5$ dacă $R_a = 1{,}6 \ldots 0{,}4$ μm și $x = 0{,}7$ dacă $T_a < 0{,}4$ μm;

l_a — lungimea suprafeței active a barelor abrazive, măsurată în direcția axei suprafeței prelucrate, mm.

Conform fig. 14.1, *a* și *b* se poate scrie

$$l_a = \min \{l_p, l_b\}, \qquad (14.4)$$

unde l_b este lungimea barelor abrazive ale capului de honuit.

Pentru a ține seama și de condițiile diferite de prelucrare, în relația (14.2) a timpului de bază la honuire se introduc coeficienții de corecție K_1 în funcție de gradul de acoperire și K_2 în funcție de natura materialului de prelucrat, coeficienți dați în tabelul 14.4.

Mărimea gradului de acoperire G_a se determină cu relația

$$G_a = \frac{B_b \cdot z_b}{\pi \cdot D_p}, \qquad (14.5)$$

Tabelul 14.3. **Valorile coeficienților, C_V și C_T**

Materialul de prelucrat	Calitatea suprafeței prelucrate Ra, μm	Valorile coeficienților	
		C_V	C_T
Oțel necălit	$>0{,}2$	0,44	3,54
	$\leqslant 0{,}2$	0,58	2,70
Oțel îmbunătățit, *HB* 320 ... 363	$>0{,}2$	0,58	2,70
	$\leqslant 0{,}2$	0,78	2,02
Oțel călit, *HRC*> 60	$>0{,}2$	0,71	2,22
	$\leqslant 0{,}2$	0,93	1,68
Fontă	$>0{,}2$	0,97	1,62
	$\leqslant 0{,}2$	1,25	1,26

Tabelul 14.4. **Coeficienți de corecție ai timpului de bază la honuire**

A. Coeficientul de corecție K_1, în funcție de gradul de acoperire

Gradul de acoperire G_a	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,25	0,30
Coeficientul de corecție, K_1	1,71	1,57	1,46	1,36	1,26	1,17	1,08	1,00	0,93	0,84

B. Coeficientul de corecție K_2, în funcție de materialul prelucrat

Materialul de prelucrat	Oțeluri aliate superioare Cr-Si-Mn (tipuri 31 CMS 10; 30 SMCN 16)	Oțeluri aliate superioare cu Cr sau Cr-Mo-Al (tip 38 MoCA 09)
Coeficientul de corecție K_2	1,2	1,5

Observație. Pentru celelalte materiale de prelucrat, $K_2 = 1{,}0$.

C. Coeficientul de corecție K_3, în funcție de adaosul de prelucrare

Adaosul de prelucrare, mm	0,010	0,015	0,020	0,030	0,040	0,050	0,060	0,080	0,10	0,12	0,18	0,20
Coeficientul de corecție K_3	0,25	0,30	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	2,00	2,50	3,00	4,00	5,00

în care B_b este lăţimea barelor abrazive ale capului de honuit, mm, iar z_b — numărul barelor abrazive.

Cu aceste precizări, relaţia de calcul a timpului de bază la prelucrările prin honuire ia forma:

a. dacă $l_b \geqslant l_p$, rezultă $l_a = l_p$ şi deci

$$t_b = \frac{C_T \cdot A_c}{R_a^x \cdot T^{0,4}} \cdot K_1 \cdot K_2 \quad [\text{min}], \text{ unde} \tag{14.6}$$

$$C_T = \frac{\pi}{2C_V};$$

b. dacă $l_b < l_p$, rezultă $l_a = l_b$ şi deci

$$t_b = \frac{C_T \cdot A_c}{R_a^x \cdot T^{0,4}} \cdot \left(\frac{l_p}{l_b}\right) \cdot K_1 \cdot K_2 \quad [\text{min}]. \tag{14.7}$$

Faptul că diametrul D_p al suprafeţei de prelucrat nu influenţează direct mărimea timpului de bază la honuire se explică prin aceea că la creşterea diametrului D_p se măreşte numărul şi lăţimea barelor abrazive şi deci creşte şi numărul n_{gs} de granule abrazive care prelucrează simultan o arie unitară a suprafeţei de prelucrat. În aceste condiţii se poate considera că raportul B_p/n_{gr} este practic constant, pentru o aceeaşi lungime activă l_a, indiferent de valoarea diametrului D_p, ceea ce explică fizic absenţa parametrului D_p ca factor de influenţă în relaţiile (14.6) şi (14.7).

Tabelul 14.5. **Timpul de bază la honuirea alezajelor (pentru $l \leqslant 500$ mm), pe maşini de honuit**

Toleranţa dimensională T, µm	Materialul de prelucrat													
	Oţel necălit				Oţel îmbunătăţit, $HB = 320 \ldots 360$			Oţel călit, HRC 60			Fontă			
	Abaterea medie aritmetică a rugozităţii suprafeţei prelucrate R_a, µm													
	1,6	0,8	0,4	0,2	0,8	0,4	0,2	0,4	0,2	0,1	1,6	0,8	0,4	0,2
	Timpul de bază, t_b, min													
10	0,83	1,10	1,43	2,12	0,84	1,09	1,59	0,90	1,32	2,00	0,37	0,53	0,74	1,19
15	0,72	0,95	1,25	1,85	0,73	0,95	1,38	0,78	1,15	1,75	0,32	0,46	0,65	1,03
20	0,63	0,84	1,09	1,62	0,64	0,83	1,21	0,69	1,00	1,53	0,28	0,40	0,57	0,90
30	0,54	0,71	0,93	1,37	0,64	0,71	1,05	0,58	1,86	1,30	0,24	0,34	0,48	0,77
40	0,48	0,63	0,83	1,23	0,48	0,63	0,93	0,52	0,77	1,16	0,21	0,30	0,43	0,68
50	0,44	0,58	0,76	1,12	0,44	0,58	0,84	0,48	0,70	1,06	0,19	0,28	0,39	0,63
60	0 41	0,54	0,70	0,04	0,41	0,53	0,78	0,44	0,64	0,99	0,18	0,26	0,36	0,58
80	0,36	0,48	0,63	0,93	0,37	0,48	0,70	0,49	0,58	0,88	0,16	0,23	0,32	0,52
100	0,33	0,44	0,57	0,85	0,34	0,43	0,64	0,36	0,53	0,81	0,15	0,21	0,30	0,47

În tabelul 14.5 sînt date valorile nominale ale timpului de bază la honuire, calculate pe baza relaţiei (14.6), în funcţie de natura materialului de prelucrat, de calitatea suprafeţei şi de toleranţa dimensională, pentru $K_1 = K_2 = 1$. Valorile timpului de bază din tabelul 14.5 sînt calculate în ipoteza în care adaosul de prelucrare simetric la honuire este $A_c = 0{,}04$ mm. Dacă $A_c \neq 0{,}04$ mm, atunci valorile timpului de bază t_b din tabelul 14.5 se multiplică cu coeficientul K_3 dat în tabelul 14.4 (secţiunea C). Pentru $l_p > l_b$, ace-

leași valori ale timpului de bază din tabelul 14.5 se vor înmulți cu raportul l_p/l_b, conform relației (14.7).

Observație. Valorile coeficienților C_V și C_T (tabelul 14.3) și ale timpului de bază t_b (tabelul 14.5) sînt determinate în ipoteza în care operația anterioară honuirii (alezare, broșare etc.) conduce la o calitate a suprafeței inferioară de 2...3 clase celei obținute după honuire.

14.2.2.2. **Determinarea timpilor ajutători.** Timpul ajutător t_{a1} pentru prinderea-desprinderea pieselor la honuire și timpii ajutători legați de fază sînt prezentați în tabelul 14.6. De asemenea, timpul ajutător t_{a3} pentru măsurări de control este dat în tabelul 14.7. În cadrul timpului ajutător legat de fază t_{a2} au fost considerate următoarele mînuiri: cuplarea mișcării de avans, apropierea axului portsculă și introducerea capului de honuit în alezajul de prelucrat, centrarea diametrului exterior al piesei în raport cu axul, reglarea și strîngerea capului de honuit pe diametrul interior al alezajului de prelucrat, cuplarea mișcării de rotație și de avans a sculei, cuplarea și decuplarea pompei pentru lichidul de ungere-răcire, decuplarea mișcării de rotație a axului principal, decuplarea mișcării de deplasare în direcție verticală a axului principal, desfacerea capului de honuit.

Tabelul 14.6. **Timpul ajutător pentru prinderea-desprinderea pieselor la honuire pe mașini de honuit**

Modul de bazare a piesei de masa mașinii	Manipularea piesei	Numărul pieselor așezate simultan	Masa piesei, kg, pînă la: 0,25	0,50	1	3	5	8	12	20
			Timpul ajutător, t_{a1}, min							
Strîngerea prin bride (1—2 șuruburi), așezarea pe suprafața prelucrată, centrarea după alezaj	Manuală	1	0,59	0,62	0,72	0,83	0,97	1,14	1,42	1,67
		2	1,07	1,18	1,34	1,51	1,82	2,02	2,62	3,14
		3	1,48	1,64	1,86	2,06	2,44	2,87	3,56	4,38
		4	—	—	2,46	2,76	3,20	3,76	4,72	5,65
			Masa piesei, kg, pînă la: 30	50	80	120	160	200	250	300
	Prin mijloace mecanice		Timpul ajutător, t_{a1}, min							
		1	3,1	3,3	3,6	4,0	4,2	4,4	4,6	4,9
		2	5,3	5,8	6,3	7,0	7,4	7,8	8,1	8,5
		3	7,2	8,1	8,9	10,7	10,9	11,1	11,8	12,5
		4	9,8	10,5	11,4	13,1	13,7	14,4	—	—

Observații. **1.** În timpii ajutători din tabelă au fost grupate următoarele mînuiri: luarea piesei de la o distanță de cel mult 10 m și așezarea ei pe masa mașinii-unelte, centrarea piesei și fixarea ei pe masă, desprinderea piesei de pe masa mașinii și deplasarea ei la o distanță de cel mult 10 m, curățirea mesei de așchii. **2.** În cazul fixării pieselor prin bride cu mai mult de două șuruburi, timpii ajutători de mai sus se majorează pentru fiecare șurub în plus cu 0,4 minute, pentru piese a căror masă este pînă la 80 kg, și cu 0,5 minute, pentru piese peste 80 kg.

Timpul ajutător total la prelucrările prin honuire rezultă din relația

$$t_a = t_{a1} + t_{a2} + t_{a3} \quad [\text{min}]. \tag{14.8}$$

Tabelul 14.7. **Timpi ajutători legaţi de fază şi pentru măsurări de control la honuire**

Mijlocul de măsurat	Numărul de măsurători	Diametrul alezajului de honuit, mm	Lungimea de honuit, mm, pînă la:					
			50	100	200	300	500	750
			Timpul ajutător ($t_{a_2} + t_{a_3}$), min					
Comparator de interior, clasa de precizie 2...3	1	50	0,60	0,62	0,64	—	—	—
		100	0,62	0,65	0,67	0,69	0,72	—
		200	—	0,68	0,70	0,72	0,75	—
		300	—	0,70	0,73	0,75	0,78	0,85
		500	—	—	0,80	0,83	0,85	0,92
	2	50	1,07	1,08	1,12	—	—	—
		100	1,10	1,12	1,14	1,16	1,20	—
		200	—	1,15	1,17	1,19	1,22	—
		300	—	1,18	1,20	1,22	1,24	1,32
		500	—	—	1,28	1,30	1,32	1,40
	3	50	1,54	1,56	1,58	—	—	—
		100	—	1,59	1,61	1,63	1,66	—
		200	—	1,62	1,64	1,66	1,70	—
		300	—	—	1,66	1,68	1,72	1,80
		500	—	—	1,74	1,76	1,80	1,88
	4	50	2,00	2,03	2,05	—	—	—
		100	—	2,06	2,08	2,10	2,14	—
		200	—	2,10	2,12	2,14	2,18	—
		300	—	—	2,14	2,16	2,20	2,28
		500	—	—	2,24	2,26	2,30	2,40
Pasametru pentru măsurări interioare, cu precizia de 0,002 mm	1	50	0,66	0,70	0,75	—	—	—
		100	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	—
		200	—	0,90	0,96	1,00	1,05	—
		300	—	1,00	1,05	1,10	1,15	—
		500	—	—	1,15	1,20	1,25	—
	2	50	1,16	1,20	1,26	—	—	—
		100	1,25	1,30	1,36	1,44	1,52	—
		200	—	1,40	1,45	1,54	1,64	—
		300	—	1,50	1,55	1,64	1,75	—
		500	—	—	1,65	1,75	1,85	—
	3	50	1,66	1,72	1,78	—	—	—
		100	—	1,82	1,88	1,96	2,04	—
		200	—	1,92	1,98	2,06	2,14	—
		300	—	—	2,10	2,15	2,25	—
		500	—	—	2,20	2,25	2,35	—
	4	50	2,18	2,25	2,35	—	—	—
		100	—	2,35	2,42	2,50	2,60	—
		200	—	2,47	2,55	2,62	2,70	—
		300	—	—	2,70	2,75	2,82	—
		500	—	—	2,82	2,88	2,95	—

Observaţii. **1.** Numărul de măsurători variază, de regulă, în intervalul 2...4, în funcţie de precizia impusă a piesei. **2.** Dacă la o anumită piesă există n alezaje care se prelucrează prin honuire, valorile timpului ajutător ($t_{a_2} + t_{a_3}$), date mai sus, se multiplică de n ori. **3.** Valorile timpului ajutător sînt determinate astfel încît să includă şi verificarea abaterilor de formă (ovalitate etc.) la alezajul prelucrat prin honuire.

14.2.2.3. **Elemente ale regimului de aşchiere la honuire.** Viteza principală de rotaţie v_p şi viteza de avans rectiliniu-alternativ v_s a capului de honuit se aleg din tabelul 14.8, în funcţie de natura materialului de prelucrat şi de cali-

Tabelul 14.8. **Viteza principală de rotaţie şi viteza de avans rectiliniu-alternativ la prelucrarile prin honuire**

Materialul de prelucrat	Viteza de rotaţie a capului v_p, m/min	Viteza de avans rectiliniu—alternativ a capului v_a, m/min, pentru o calitate a suprafeţei, R_a, µm, pînă la:				
		1,6	0,8	0,4	0,2	0,1
Oţel călit cu $HRC > 60$ şi oţel nitrurat cu $HRB > 80$	12—30	—	—	5—10	4— 8	3—6
Oţel îmbunătăţit cu $HB = 320...363$	20—30	—	10—18	8—15	6—12	—
Oţel necălit	30—35	20—28	10—18	10—18	9—14	—
Fontă	40—50	13—20	10—16	8—12	6—10	—

tatea suprafeţei. Pentru obţinerea unei calităţi foarte bune a suprafeţei prelucrate există recomandarea ca turaţia capului de honuit să fie un multiplu al numărului de bare abrazive şi să nu coincidă cu numărul de curse duble pe minut ale acestuia, în deplasarea sa în lungul axei suprafeţei.

Avansul transversal se determină cu ajutorul volumului de material îndepărtat în unitatea de timp, din relaţia

$$s_t = \frac{V_m}{s_l \cdot v_p \cdot 10^3} \quad [\text{mm/rot}], \tag{14.9}$$

în care V_m este volumul de material îndepărtat în unitatea de timp, mm³/min, iar s_l — avansul longitudinal al capului de honuit, mm/rot, determinat cu relaţia

$$s_l = \frac{1000 \cdot v_s}{n}, \tag{14.10}$$

în care n este turaţia capului de lucru, rot/min.

Lungimea cursei longitudinale a capului de honuit se alege astfel încît la capetele cursei, barele abrazive să depăşească lungimea generatoarei suprafeţei prelucrate cu aproximativ 25 mm.

Presiunea de lucru a barelor abrazive se recomandă să fie de 1...4 daN/cm² la honuirea de degroşare şi de 0,5...2,0 daN/cm² la cea de finisare.

14.2.2.4. **Determinarea timpilor de deservire, de odihnă şi necesităţi fiziologice şi a timpului de pregătire-încheiere.** Suma timpilor de deservire tehnică şi organizatorică a locului de muncă şi a timpului de odihnă şi necesităţi fiziologice la prelucrările prin honuire se determină cu relaţia

$$t_{dt} + t_{do} + t_{on} = 0{,}1(t_b + t_a). \tag{14.11}$$

Timpul de pregătire-încheiere la honuire, pentru un lot de piese, se consideră a fi de **5** min.

14.2.3. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp la pornire

Se supune operației tehnologice finale de netezire prin honuire un cilindru de compresor (fig. 14.3), avînd diametrul interior $D_p = 65^{+0,060}_{+0,045}$ mm, lungimea $l_p = 96{,}25^{+0,1}_{0}$ mm și masa 8 kg. Cilindrul respectiv se confecționează din fontă Fc 25 (STAS 568-75) cu duritatea $HB = 200...240$. Se consideră că honuirea se face în două trepte, una de degroșare și una de finisare. La honuirea de degroșare se îndepărtează un adaos de prelucrare simetric $A_c = 0{,}060$ mm și rezultă o rugozitate $R_a = 0{,}8$ μm, iar la honuirea de finisare se îndepărtează un adaos de prelucrare $A_c = 0{,}010$ mm și rezultă o rugozitate $R_a = 0{,}3$ μm. Capul de honuit folosit are 4 bare abrazive cu lățimea $B_b = 10$ mm. Honuirea se face pe o mașină verticală de honuit cu un singur ax, deci există o singură piesă instalată pe mașină. După prelucrare, controlul dimensional se face cu un comparator de interior.

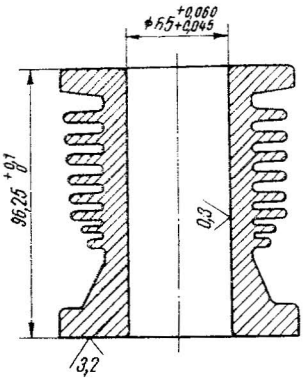


Fig. 14.3. Cilindru de compresor supus prelucrării mecanice prin honuire.

Considerînd că lotul de fabricație este de 100 buc, să se determine norma tehnică de timp pe bucată.

Rezlovare. Alegerea abrazivului, atît pentru honuirea de degroșare cît și pentru cea de finisare, se realizează conform recomandărilor din tabelul 14.1

Barele abrazive au $l_b = 125$ mm. Întrucît $l_b > l_p$, se vor putea utiliza direct valorile timpului de bază din tabelul 14.5, pentru $R_a = 0{,}8$ μm (honuirea de degroșare.)

Rezultă $t_b = z'_b \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$, unde $t'_b = 0{,}40$ min (pentru $T = 20$ μm, tabelul 14.5).

Se calculează $G_a = \dfrac{B_b \cdot z_b}{\pi \cdot D_p} = \dfrac{10{,}4}{3{,}14 \cdot 65} = 0{,}196$, rezultînd $K_1 = 1{,}08$; $K_2 = 1{,}00$ (tabelul 14.4) și $K_3 = 1{,}50$ (tabelul 14.4, pentru $A_c = 0{,}06$ mm).

Va rezulta $t_b = 0{,}4 \cdot 1{,}08 \cdot 1 \cdot 1{,}5 = 0{,}648$ min.

În condițiile problemei date, din tabelul 14.6 se obține $t_{a1} = 1{,}14$ min, iar din tabelul 14.7, $t_{a2} + t_{a3} = 1{,}09$ min.

Pentru $D_p = 65$ mm, $l_p = 96{,}25$ mm, efectuîndu-se un număr de două măsurări, rezultă $t_a = t_{a1} + t_{a2} + t_{a3} = 2{,}23$ min și, respectiv, $t_{op} = t_b + t_a = 2{,}878$ min.

Timpii de deservire și pentru odihnă și necesități fiziologice se determină cu relația (14.11):

$$t_{dt} + t_{do} + t_{on} = 0{,}1(t_b + t_a) = 0{,}288 \text{ min}$$

iar, în final, norma tehnică de timp va fi

$$[N_{Tu}] = T_{pi}/n + t_b + t_a + t_{dt} + t_{do} + t_{on} = 5/100 + 0{,}648 + 2{,}23 + 0{,}288 \simeq 3{,}22 \text{ min}$$

Pentru honuirea de finisare, $R_a = 0{,}3$ μm și, întrucît în tabelul 14.5 nu sînt calculate valori ale timpului de bază corespunzătoare acestei rugozități,

se va aplica relația (14.6), în care $C_T = 1{,}62$ (tabelul 14.3); $A_c = 0{,}01$ mm; $R_a = 0{,}3$ μm; $x = 0{,}7$; $T = 0{,}015$ mm; $K_1 = 1{,}08$; $K_2 = 1{,}00$.

Rezultă $t_b = \dfrac{C_T \cdot A_c}{R_a^x \cdot T^{0,4}} \cdot K_1 \cdot K_2 = \dfrac{1{,}62 \cdot 0{,}01}{0{,}3^{0,7} \cdot 0{,}015^{0,4}} \cdot 1{,}08 \cdot 1 = 0{,}218$ min.

Honuirea de finisare se realizează pe o altă mașină-unealtă decît cea folosită la honuirea de degroșare, astfel încît toate mărimile grupate în timpii auxiliari se repetă în aceleași condiții. Deci $t_a = 2{,}23$ min; $t_{at} + t_{at} + t_{on} = 0{,}1 \cdot (t_b + t_a) = 0{,}245$ min, și în final $N_{Tf} = T_{pi}/n + t_b + t_a + t_{at} + t_{do} + t_{on} = 5/100 + 0{,}218 + 2{,}23 + 0{,}245 = 2{,}74$ min.

Norma tehnică de timp pentru prelucrarea completă prin honuire de degroșare și finisare a alezajului respectiv va fi

$$N_T = N_{Td} + N_{Tf} = 3{,}22 + 2{,}74 = 9{,}56 \text{ min}$$

14.3. Supranetezirea

14.3.1. Principii și noțiuni de bază

Supranetezirea este un procedeu de prelucrare finală a suprafețelor prin care se asigură numai o îmbunătățire a calității acestora (uzual, pînă la $R_a = 0{,}1$ μm, dar la prelucrări foarte netede se poate ajunge și la $R_a = 0{,}01$ μm). Nu pot fi eliminate abaterile dimensionale și ale formei geometrice a suprafețelor prelucrate. Adaosul de prelucrare este mai mic decît la honuire și, de multe ori, este inclus în cîmpul de toleranță al dimensiunii suprafeței.

Prelucrarea prin supranetezire se realizează cu ajutorul unor bare abrazive de granulație foarte fină, care execută mișcări de lucru complexe, în funcție de forma și dimensiunile piesei de prelucrat. În general, pentru suprafețe cilindrice, cinematica supranetezirii (fig. 14.4) rezultă din suprapunerea următoarelor mișcări: mișcarea principală *I*, oscilație rectilinie — alternativă, cu o frecvență de pînă la 1500 c.d/min și amplitudine de 2 ... 6 mm; mișcarea de avans axial *II* și mișcarea de avans circular *III*. Mișcările *I* și *II* sînt efectuate de către barele abrazive, iar mișcarea *III* — de către piesa de prelucrat. Presiunea de contact dintre barele abrazie și piesă are valori reduse, astfel încît se elimină, în primul rînd, vîrfurile microneregularităților suprafeței. La prelucrare se utilizează drept lichid de ungere-răcire petrol lampant sau amestec de petrol cu ulei (5...25%).

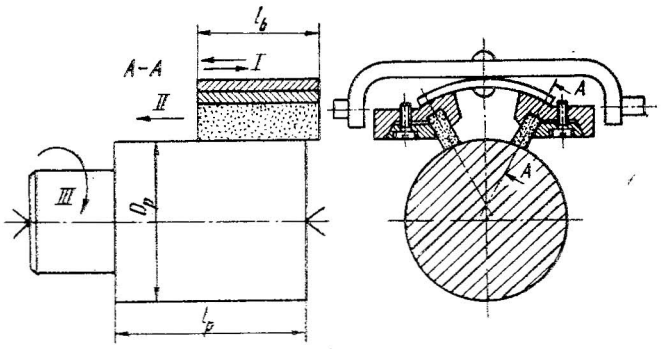


Fig. 14.4. Cinematica procesului de lucru la supranetezire.

Prin supranetezire se prelucrează frecvent suprafețe avînd diametrul $D_p = 5...450$ mm și lungimea $l_p = 10...500$ mm. Datorită avantajelor legate,

în special, de creşterea durabilităţii în exploatare a pieselor supranetezite, se urmăreşte extinderea procedeului şi la suprafeţe cu dimensiuni mai mari decît cele specificate mai înainte.

Productivitatea prelucrării prin supranetezire depinde în principal de: caracteristicile materialului de prelucrat, natura şi granulaţia abrazivului folosit, dimensiunile şi numărul barelor abrazive, valorile parametrilor regimului de aşchiere, calitatea suprafeţei obţinută la operaţia tehnologică anterioară, mărimea presiunii de contact dintre barele abrazive şi piesa de prelucrat, compoziţia lichidului de ungere-răcire utilizat, tipul maşinii-unelte şi forma şi dimensiunile suprafeţei prelucrate.

Pentru supranetezire se folosesc bare abrazive din electrocorindon sau din carbură de siliciu, cu liant ceramic, avînd duritatea I—L şi granulaţia, în funcţie de calitatea impusă suprafeţei, astfel:

— pentru $R_a = 0{,}4$ μm, granulaţia 4... M40;

— pentru $R_a = 0{,}2$ μm, granulaţia M28... M20;

— pentru $R_a = 0{,}1$ μm, granulaţia M14 ... M10.

Rugozitatea suprafeţei R_a obţinută la operaţia tehnologică anterioară nu trebuie să fie mai mare de 2 ... 3 μm.

Presiunea de lucru între barele abrazive şi suprafaţa de prelucrat are valori optime de 1,4 ... 1,8 daN/cm² şi numai la supranetezirea materialelor cu duritate foarte mare poate ajunge la 4,2 .. 5,7 daN/cm². În general, creşterea presiunii de lucru peste o anumită limită, specifică fiecărui material de prelucrat, nu conduce la îmbunătăţirea calităţii suprafeţei, ci, dimpotrivă, favorizează apariţia unor rizuri adînci, ca urmare a aderenţei materialului de prelucrat pe barele abrazive.

14.3.2. Determinarea normei tehnice de timp

Norma tehnică de timp la prelucrările de supranetezire, se determină cu relaţia (14.1).

14.3.2.1. **Determinarea timpului de bază.** Timpul de bază la supranetezirea pieselor din oţel sau fontă, se determină cu ajutorul relaţiilor:

a. Dacă lungimea barelor abrazive l_b este mai mare sau cel puţin egală cu lungimea l_p a generatoarei suprafeţei prelucrate,

$$t_b = \frac{C_T \cdot D_p}{R_a^x} \cdot K_1 = t_{bn} \cdot K_1 \quad [\text{min}], \tag{14.12}$$

Tabelul 14.9. **Valorile coeficientului C_T şi ale exponentului x pentru calculul timpului de bază la supranetezire**

Rugozitatea suprafeţei după supranetezire, R_a, μm	0,8—0,4	0,2—0,1
Valoarea coeficientului C_T	0,086	0,067
Valoarea exponentului x	0,4	0,6

Tabelul 14.10. **Valorile coeficientului K_1 pentru calculul timpului de bază la supranetezire**

Materialul	Numărul de bare abrazive din dispozitivul de supranetezit	Diferenţa dintre clasele de rugozitate ale suprafeţei înainte şi după prelucrare		
		1 clasă	2 clase	3 clase
		Coeficientul K_1		
Oţel	1	1,00	1,32	1,55
	2	0,62	0,82	0,96
Fontă	1	0,80	1,06	1,24
	2	0,50	0,66	0,77

în care C_T este un coeficient a cărui valoare depinde de calitatea suprafeței prelucrate (tabelul 14.9), x — exponent (tabelul 14.9), iar K_1 — coeficient de corecție (tabelul 14.10).

b. Dacă $l_b < l_p$, atunci

$$t_b = \frac{C_T \cdot D_p}{R_a^x} \cdot \left(\frac{l_p}{l_b}\right) \cdot K_1 = t_{bn} \cdot \left(\frac{l_p}{l_b}\right) \cdot K_1 \quad [\text{min}] \qquad (14.13)$$

Rugozitatea R_a, în relațiile (14.12) și (14.13), este dată în μm.

Tabelul 14.11. **Timpul de bază la supranetezire pe mașini-unelte speciale de supranetezit**

Rugozitatea suprafeței după supranetezire, R_a, μm	Diametrul suprafeței prelucrate, D_p, mm									
	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200
	Timpul de bază, t_{bn}, min									
0,8	0,73	0,81	0,96	1,10	1,23	1,46	1,67	1,87	2,10	2,50
0,4	0,96	1,08	1,22	1,45	1,62	1,93	2,20	2,50	2,90	3,30
0,2	1,47	1,64	1,95	2,20	2,40	2,90	3,30	3,70	4,30	5,10
0,1	2,20	2,50	2,90	3,30	3,70	4,40	5,10	5,70	6,50	7,20

În tabelul 14.11 sînt date valorile timpului de bază nominal t_{bn}, în funcție de diametrul suprafeței prelucrate D_p și de calitatea acesteia R_a, valori calculate pe baza relației (14.12). Evident, dacă $l_b < l_p$, aceste valori vor trebui multiplicate prin raportul l_p/l_b, conform relației (14.13).

14.3.2.2. **Determinarea timpilor ajutători.** Timpii ajutători legați de fază, la prelucrările prin supranetezire, sînt dați în tabelul 14.12. Timpul ajutător

Tabelul 14.12. **Timpul ajutător legat de fază la supranetezire**

Modul de avans a barelor abrazive					
Mecanic			Manual		
Înălțimea vîrfurilor de centrare ale mașinii-unelte, mm					
100	200	>200	100	200	>200
Timpul ajutător, min					
0,21	0,27	0,38	0,27	0,38	0,50

pentru prinderea-desprinderea pieselor este condiționat de dispozitivul de fixare a semifabricatului. Timpul ajutător pentru măsurări de control (dacă nu se suprapune pe timpul de bază) se determină în funcție de mijlocul de măsurat utilizat.

14.3.2.3. **Elemente ale regimului de așchiere.** În cazul supranetezirii pieselor din oțel, în tabelul 14.13 sînt date recomandări privind alegerea elementelor regimului de așchiere.

Tabelul 14.13. **Elementele regimului de aşchiere la supranetezirea pieselor din oţel**

Elementele regimului de aşchiere	Unitatea de măsură	Valoarea parametrului
Viteza de rotaţie a piesei :		
a) la începutul ciclului de prelucrare	m/min	6—15
b) la sfîrşitul ciclului de prelucrare	m/min	20—40
c) la prelucrarea cu regim constant	m/min	15—30
Presiune exercitată de barele abrazive	daN/cm^2	0,85—5,7
Numărul curselor duble pe minut efectuate de barele abrazive în mişcarea oscilatorie rectilinie-alternativă	c.d./min	400—1500
Amplitudinea mişcării oscilatorii a barelor	mm	2—6
Avansul longitudinal al barelor abrazive	m/min	0,5—1,5

14.3.2.4. Determinarea timpilor de deservire, pentru odihnă şi necesităţi fiziologice şi a timpului de pregătire-încheiere. Timpii de deservire tehnică şi organizatorică, pentru odihnă şi necesităţi fiziologice, la supranetezire, se determină cu relaţia

$$t_{dt} + t_{do} + t_{on} = 0{,}1(t_b + t_a). \qquad (14.14)$$

Timpul de pregătire-încheiere, pentru un lot de piese, se consideră a fi, în medie, de 10 min.

14.4. Lepuirea

14.4.1. Principii şi noţiuni de bază

Lepuirea este un procedeu de netezire care se aplică, în special, cu scopul asigurării unor condiţii ridicate de precizie a formei geometrice a suprafeţelor şi a poziţiei reciproce a suprafeţelor şi axelor piesei. Totodată, prin lepuire se obţine o precizie dimensională corespunzătoare treptei 4 de precizie şi o calitate foarte bună a suprafeţei (uzual pînă la $R_a = 0{,}05$ μm, dar pot fi atinse şi valori $R_a = 0{,}01$ μm.)

Aşchierea este realizată cu ajutorul unor granule abrazive în suspensie, introduse între piesa de prelucrat şi o suprafaţă conjugată (scula) de lepuit, executată din fontă aliată cu crom şi cupru, cu duritatea $HB = 140 \ldots 260$. Dacă rolul sculei de lepuit este îndeplinit de piesa conjugată celei prelucrate, atunci procedeul se numeşte rodare mecanică. Pentru lepuire se pot utiliza şi scule (discuri de lepuit) realizate din particule abrazive, avînd o granulaţie foarte fină (pînă la granulaţia 4). O variantă a lepuirii constă în împroşcarea sub presiune a suprafeţei de prelucrat cu o suspensie de material abraziv în apă (lepuirea cu jet abraziv, numită şi hidropolizare), procedeu utilizat, în primul rînd, la netezirea alezajelor cu diametre mici.

Se pot prelucra prin lepuire suprafețe plane și cilindrice, exterioare sau interioare, la piese din oțel, fontă sau bronzuri dure și, mai rar, la piese din aliaje din aluminiu, carburi metalice etc.

Cinematica lepuirii este exemplificată în fig. 14.5, în cazul prelucrării unor suprafețe cilindrice exterioare, folosindu-se două discuri de lepuit, între care sînt introduse piesele, într-o colivie. Mișcarea principală constă în rotația discurilor de lepuit. Ca urmare a vitezelor tangențiale diferite, în punctele de contact discuri-piese, piesele obțin o mișcare de rotație în jurul propriei lor axe. Pentru îndepărtarea adaosului de prelucrare este necesară și o mișcare de avans transversal, realizată prin exercitarea unei presiuni crescătoare între discurile de lepuit și piese.

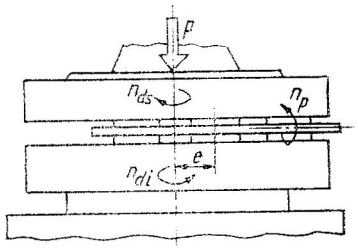


Fig. 14.5. Cinematica procesului de lucru la lepuire.

Productivitatea lepuirii este influențată, în special, de materialul și forma piesei de prelucrat, caracteristicile abrazivului, precizia prelucrării anterioare lepuirii, mărimea adaosului de prelucrare, tipul mașinii-unelte.

Cel mai bine se lepuiesc oțelurile de cementare, de construcție și aliate, tratate termic, avînd o duritate de 55 ... 62 HRC. De asemenea, se lepuiesc bine bronzurile dure cu Sn și Al și fontele (însă fără lustru).

Folosirea discurilor abrazive de lepuit conduce la o productivitate mai mare decît cea atinsă în cazul utilizării pastelor abrazive. De asemenea, folosirea pastelor abrazive de diamant sintetic realizează o productivitate de 2 ... 4 ori mai mare decît cea obținută cu electrocorindon sau cu carbură de siliciu. Același avantaj îl are și pasta de carbură de bor, dar, datorită prețului de cost ridicat (de 10 ... 25 ori mai mare decît cel al carburii de siliciu sau electrocorindonului), utilizarea ei este limitată.

Granulația abrazivului utilizat la lepuire este:

a) pentru discuri abrazive de lepuit:

— granulația 6—5, pentru $R_a = 0{,}4$ μm;
— granulația 5—4, pentru $R_a = 0{,}2$ μm;

b) pentru pulberi abrazive în suspensie:

— granulația M28—M20, pentru $R_a = 0{,}2$ μm;
— granulația M20—M14, pentru $R_a = 0{,}1$ μm;
— granulația M14—M10, pentru $R_a = 0{,}05$ μm

Adaosul de prelucrare la lepuirea pieselor din oțel are valori între limitele 0,004—0,050 mm, în funcție de diametrul suprafeței prelucrate și de caracterul lepuirii (preliminară sau definitivă).

14.4.2. Determinarea normei tehnice de timp

Norma tehnică de timp la prelucrările prin lepuire se determină cu relația (14.1), prezentată mai înainte.

14.4.2.1. **Determinarea timpului de bază.** Datorită diversităţii metodelor şi dispozitivelor de lepuire, materialelor prelucrate, formei şi dimensiunilor suprafeţelor lepuite ca şi cinematicii procedeului nu s-au stabilit relaţii funcţionale pentru timpul de bază al prelucrării. În tabelul 14.14 sînt date valori

Tabelul 14.14. **Timpul de bază nominal la lepuirea pieselor din oţel**

Materialul de prelucrat	Rugozitatea suprafeţei după lepuire, R_a, μm	Aria totală a suprafeţei lepuite, cm², pînă la:					
		25	50	100	200	400	800
		Timpul de bază, t_{bn}, min					
Oţel călit	0,2	2,0	2,2	2,6	2,9	3,4	3,8
	0,1	3,2	3,6	4,2	4,8	5,5	6,3
	0,05	4,5	5,3	6,0	6,8	7,9	9,1
Oţel necălit	0,4	2,2	2,5	2,9	3,4	3,9	4,4
	0,2	3,7	4,2	4,9	5,6	6,5	7,7

Observaţii. **1.** Timpul de bază pentru o singură piesă, în cazul prelucrării simultane a mai multor piese, se determină prin împărţirea timpului de bază dat în tabel, la numărul de piese prelucrate simultan. **2.** În cazul utilizării pastelor abrazive din oxizi de crom, timpul de bază din tabel se reduce cu 20%.

ale timpului de bază nominal la lepuirea pieselor din oţel, în funcţie de calitatea suprafeţelor şi aria totală a suprafeţei prelucrate, în cazul utilizării drept abraziv a carburii de siliciu, a electrocorindonului sau a oxizilor de crom. Timpul de bază se determină apoi cu relaţia

$$t_b = t_{bn} \cdot K_a \cdot K_{Ac} \qquad (14.15)$$

în care t_{bn} este timpul de bază nominal, min, K_a — coeficient în funcţie de natura abrazivului ($K_a = 1{,}0$ pentru suspensii din carbură de siliciu şi electrocorindon şi $K_a = 0{,}8$ pentru pasta abrazivă formată din 75 ... 80% oxizi de crom, 2 ... 3% silicagel, 15 ... 20% stearină şi 2% petrol lampant), iar K_{A_c} — — coeficient a cărei valoare este funcţie de mărimea adaosului de prelucrare (tabelul 14.15).

Tabelul 14.15. **Coeficienţi de corecţie ai timpului de bază la lepuirea pieselor din oţel în funcţie de mărimea adaosului de prelucrare**

Adaosul de prelucrare simetric, A_c, mm		0,006	0,008	0,010	0,015	0,020	0,030	0,040
Oţel călit	Coeficientul de corecţie, K_{Ac}	0,87	1,00	1,12	1,37	1,58	1,94	2,24
Oţel necălit		0,63	0,73	0,82	1,00	1,15	1,41	1,65

Aria totală a suprafeţei prelucrate se determină cu ajutorul relaţiilor:

a) pentru suprafeţe cilindrice

$$S_\Sigma = \frac{\pi \cdot D_p \cdot l_p}{100} \cdot q_s \quad [\text{cm}^2] \qquad (14.16)$$

unde D_p, l_p sînt diametrul și, respectiv, lungimea suprafeței cilindrice, mm, q_s — numărul de piese prelucrate simultan;

b) pentru suprafețe plane

$$S_\Sigma = \frac{B_p \cdot l_p}{100} \cdot q_s \ [\text{cm}^2], \tag{14.17}$$

unde B_p, l_p sînt lățimea, respectiv lungimea suprafeței, mm;

c) pentru suprafețe inelare

$$S_\Sigma = \frac{\pi \cdot (D_e^2 - D_i^2)}{4} \cdot q_s \ [\text{cm}^2], \tag{14.18}$$

în care D_e, D_i sînt diametrele exterior și, respectiv, interior, ale suprafeței lepuite, mm.

14.4.2.2. **Determinarea timpilor ajutători.** În tabelul 14.16 sînt dați timpii ajutători t_{a1}, pentru prinderea-desprinderea pieselor, t_{a2} legați de fază și t_{a3} pentru măsurările de control. În final se obține

$$t_a = t_{a1} + t_{a2} + t_{a3}. \tag{14.19}$$

14.4.2.3. **Elemente ale regimului de așchiere.** La lepuirea suprafețelor cilindrice exterioare și plane ale pieselor de oțel se recomandă următoarele valori pentru elementele regimului de așchiere: turația discurilor de lepuit, 100 ... 120 rot/min; viteza de așchiere, pînă la 100/min; presiunea de lucru discuri-piesă, 0,5 ... 3,5 daN/cm². Se utilizează, ca lichid de ungere-răcire,

Tabelul 14.16. **Timpi ajutători la lepuire**

A. Timpul ajutător pentru prinderea-desprinderea pieselor

Mînuiri componente	Numărul de ordine al piesei	Masa piesei, kg	
		⩽ 0,1	> 0,1
		Timpul t_{a1}, min	
a) luarea piesei și așezarea ei pe masa mașinii-unelte b) desprinderea piesei și deplasarea ei la locul pentru piese finite	Prima piesă	0,040	0,050
	Următoarele piese	0,025	0,035

B. Timpul ajutător legat de fază

Denumirea mînuirii	Timp t_{a2}, min
Așezarea și ridicarea plăcii protectoare	0,08
Rotirea și coborîrea discului superior	0,12
Ridicarea și retragerea discului superior	0,06
Cuplarea și decuplarea rotației arborelui principal	0,01

Tabelul 14.16 (continuare)

C. Timpi ajutători pentru măsurări de control

Dimensiunea de măsurat mm, pînă la:	Lungimea suprafeței prelucrate, mm, pînă la:	Mijlocul de măsurat							
		Calibru		Micrometru		Cadru cu ceas comparator		Parametru	
		Clasa de precizie a mijlocului de măsurat							
		1-a	2-a	1-a	2-a	1-a	2-a	1-a	2-a
		Timpul ajutător, t_{a3}, min							
6	25	—	0,05	0,22	0,11	0,12	0,06	0,11	0,06
	30	—	0,07	0,32	0,16	0,18	0,09	0,16	0,08
	35	—	0,09	0,43	0,21	0,24	0,12	0,21	0,11
10	40	0,10	0,05	0,22	0,11	0,12	0,06	0,11	0,06
	50	0,14	0,07	0,32	0,16	0,18	0,09	0,16	0,08
	60	0,20	0,10	0,43	0,21	0,24	0,12	0,21	0,12
15	60	0,11	0,05	0,22	0,11	0,12	0,06	0,12	0,06
	80	0,16	0,08	0,32	0,16	0,18	0,09	0,18	0,09
	100	0,20	0,10	0,43	0,21	0,24	0,12	0,24	0,12
25	100	0,16	0,09	0,32	0,16	0,18	0,09	0,18	0,09
	125	0,28	0,15	0,49	0,25	0,24	0,16	0,27	0,13
40	150	0,35	0,23	0,60	0,40	0,40	0,26	0,42	0,27
60	150	0,40	0,27	0,60	0,40	0,48	0,32	0,42	0,27
100	150	0,40	0,27	0,60	0,40	0,48	0,32	0,42	0,27

petrol lampant cu adaos de 2,5% ulei și acid stearic. La lepuirea suprafețelor cilindrice interioare, turația dornului de lepuit poate ajunge pînă la 600 ... ... 800 rot/min în cazul alezajelor cu diametre mici.

14.4.2.4. Determinarea timpilor de deservire, pentru odihnă și necesități fiziologice și a timpului de pregătire-încheiere. Timpul de deservire tehnică și organizatorică a locului de muncă și timpul pentru odihnă și necesități fiziologice, la prelucrările prin lepuire, se determină cu relația

$$t_{dt} + t_{do} + t_{on} = 0{,}1 \cdot (t_b + t_a). \qquad (14.20)$$

Timpul de pregătire-încheiere, pentru un lot de piese, se apreciază ca avînd o valoare medie de 5 min.

14.4.3. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp la lepuire

Să se determine norma tehnică de timp la lepuirea alezajului cu dimensiunile $\varnothing\, 16^{+0,005}_{+0,003} \times 60$ mm, pentru piesa din fig. 14.6, *a*. Materialul piesei, C15 (STAS 3611—80), este călit și revenit la $HRC = 60 \ldots 62$. Adaosul de prelucrare, simetric, este 0,020 mm. Se utilizează drept sculă de lepuit un dorn din fontă (fig. 14.6, *b*) și, drept abraziv, electrocorindon cu granulația M20 ...

... M14. Calitatea impusă a suprafețelor prelucrate este $R_a = 0{,}1$ μm. Masa piesei este aproximativ 0,51 kg.

Observație. Dornul de lepuit este prevăzut cu un canal elicoidal, care permite accesul ușor al mediului abraziv la capătul interior al alezajului de prelucrat. Dacă dornul ar fi fost prevăzut cu un canal rectiliniu, accesul abrazivului ar fi fost neuniform pe lungimea alezajului, ceea ce ar fi condus la o conicizare a găurii prelucrate.

Rezolvare. Din datele problemei rezultă

$$S_\Sigma = \pi \cdot D_p \cdot l_p \cdot q_s = 3{,}14 \cdot 1{,}6 \cdot 6 \cdot 1 = 30{,}14 \text{ cm}^2.$$

Din tabelul 14.14, pentru R_a=0,1 μm, se obține $t_{bn} = 3{,}28$ min. Întrucît $K_a = 1$ și $K_{Ac} = 1{,}58$ ($A_c = 0{,}008$ mm), rezultă $t_b = t_{bn} \cdot K_a \cdot K_{Ac} = 5{,}18$ min.

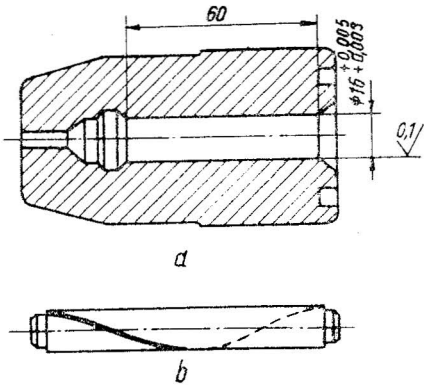


Fig. 14.6. Piesă supusă procesului de lucru la lepuire (*a*) și dorn de lepuit (*b*).

Din tabelul 14.16 rezultă t_{a1}= 0,05 min, $t_{a2} = 0{,}27$ min și $t_{a3} = 0{,}11$ min. Valoarea t_{a2} a fost adoptată prin analogie cu lepuirea suprafețelor cilindrice exterioare. Ca urmare, $t_a = 0{,}05 + 0{,}27 + 0{,}11 = 0{,}43$ min și, deci, $t_{dt} + t_{do} + t_{on} = 0{,}1 \cdot (t_b + t_a) = (0{,}1 \cdot (5{,}18 + 0{,}43) = 0{,}56$ min.

Dacă se admite o serie de fabricație de 200 piese, se obține în final norma tehnică de timp pe bucată $N_T = T_{pi}/n + t_b + t_a + t_{dt} + t_{do} + t_{on} = 5/200 + 5{,}18 + 0{,}43 + 0{,}56 = 6{,}20$ min.

14.5. Rodarea manuală și semimecanizată

Procedeul de netezire a suprafețelor prelucrate prin rodarea pieselor se aplică în scopul îmbunătățirii preciziei formei geometrice, a calității suprafeței (pînă la $R_a = 0{,}2$ μm) și a preciziei dimensionare (treapta 4 de precizie), precum și la îmbunătățirea contactului efectiv dintre suprafețele conjugate respective. Prelucrarea se realizează cu ajutorul unor particule abrazive libere (din carbură de siliciu, oxizi de bor, oxizi de crom, miniu de fier, praf de diamant sintetic etc.), amestecate într-o unsoare și introduse între placa sau dispozitivul de rodat și suprafața de prelucrat. La rodarea manuală, toate componentele mișcării relative sculă-piesă sînt executate manual. La rodarea semimecanizată, acționarea dispozitivului de rodat este realizată mecanizat, restul mișcărilor fiind efectuate manual.

Productivitatea procedeului este, în general, scăzută, rodarea manuală și semimecanizată aplicîndu-se în prezent, numai la producția individuală și de serie mică.

Se pot prelucra prin rodare suprafețe plane, cilindrice și conice, exterioare sau interioare, suprafețe profilate. Forma sculei este condiționată de forma geometrică a suprafeței prelucrate. Materialul dispozitivului de rodat are în general o duritate cu atît mai mică cu cît crește duritatea abrazivului utilizat. Se folosesc ca materiale pentru sculele de rodat: fonta, cuprul și alezajele acestuia, plumbul și aliajele acestuia, sticla, lemnul.

Factorii de influență ai productivității operației de rodare sînt: caracteristicile materialului de prelucrat și ale abrazivului utilizat, aria suprafeței prelucrate, forma, dimensiunile și materialul sculei de rodat, mărimea adaosului de prelucrare, calitatea prescrisă a suprafeței de prelucrat, abaterile de formă admisibile ale suprafeței rodate etc.

Adaosul de prelucrare este determinat de mărimea abaterilor geometrice ale suprafeței. La rodare el trebuie să fie cît mai uniform, pentru a evita producerea unor noi abateri de formă, generate de așchieri inegale. Valorile adaosului de prelucrare la rodare sînt cuprinse între 0,02 ... 0,10 mm.

Regimul de așchiere la rodare este caracterizat prin valori mici ale vitezei de așchiere (5 ... 30 m/min) și prin presiuni de lucru relativ scăzute ($\leqslant$ 2,5 daN/cm^2).

Tabelul 14.17. **Timpul operativ la rodarea pieselor din oțel**

Materialul piesei conjugate (scula)	Tipul rodării	Aria suprafeței rodate, cm$_2$											
		3	5	8	12	20	30	50	80	120	200	300	400	500
		Timpul operativ, min												
Fontă	Rodare manuală	0,40	0,50	0,63	0,80	1,10	1,5	2,3	3,4	4,7	7,5	10,0	—	—
	Rodare semimecanizată	0,24	0,30	0,38	0,46	0,65	0,9	1,3	2,0	2,7	1,4	5,9	8,1	9,7
Sticlă	Rodare manuală	0,36	0,45	0,56	0,70	1,00	1,3	2,1	3,1	4,2	6,7	9,1	—	—

Tabelul 14.18. **Coeficienți de corecție ai timpului operativ la rodarea pieselor din oțel**

Adaosul la rodare, mm	Rugozitatea suprafețelor prelucrate R_a, um			
	3,2	1,6	0,8	0,4
	Coeficientul de corecție			
0,02	0,63	1,07	1,51	2,11
0,03	0,77	1,32	1,86	2,64
0,05	1,00	1,70	2,40	3,40
0,08	1,27	2,16	3,04	4,30
0,10	1,41	2,40	3,40	4,80

Pînă în prezent nu sînt generalizate relații funcționale între timpul de bază la prelucrările prin rodare și parametrii procedeului de lucru. Pe baze statistice, în tabelul 14.17 sînt date valori ale timpului operativ la rodarea manuală sau semimecanizată a suprafețelor plane ale pieselor din oțel, în funcție de materialul plăcii de rodat și de aria suprafeței prelucrate. Este evident că timpul operativ la rodarea semimecanizată este mai mic decît cel corespunzător rodării manuale. Timpul operativ, dat în tabelul 14.17, include și consumul de timp pentru verificarea vizuală periodică a suprafeței rodate. Valorile timpului operativ cuprinse în tabelul 14.17 corespund următoarelor condiții de prelucrare: contactul relativ dintre suprafața rodată și placa de control (determinat cu ajutorul vopselei indicatoare), 50 ... 100%; abaterea de la planeitate a suprafeței, 0,03 ... 0,10 mm; calitatea suprafeței rodate, R_a = 3,2 μm; adaosul de prelucrare, 0,05 mm. Pentru alte valori ale calității suprafeței rodate și ale adaosului de prelucrare, timpul operativ dat în tabelul 14.17 se multiplică cu coeficientul de corecție menționat în tabelul 14.18.

14.6. Şlefuirea şi lustruirea

14.6.1. Principii şi noţiuni de bază

Şlefuirea este un procedeu de netezire care se realizează cu ajutorul unei paste abrazive depuse pe periferia unor discuri din filtru, pîslă, bumbac, piele etc. Şlefuirea are drept scop eliminarea neregularităţilor de pe suprafeţele piesei şi îmbunătăţirea calităţii acestor suprafeţe (pînă la $R_a = 0{,}50$ μm). Prelucrarea se poate executa şi cu discuri elastice cu liant de cauciuc. Mişcarea principală este dată de rotaţia discului de şlefuit, iar mişcările de avans sînt executate de piesă. Pot fi prelucrate prin şlefuire suprafeţe plane, de revoluţie şi profilate.

Lustruirea, realizată cu ajutorul unor pînze (hîrtii, benzi) abrazive, urmăreşte numai eliminarea microneregularităţilor rezultate din prelucrarea anterioară şi obţinerea unui aspect lucios al suprafeţei prelucrate. Nu se impune respectarea unor condiţii dimensionale şi nici modificarea formei geometrice a suprafeţei piesei. De altfel, realizarea acestor condiţii prin lustruire ar conduce la consumuri mari de timp, prelucrarea nemaifiind raţională din punct de vedere economic. La lustruirea netedă se pot realiza suprafeţe cu $R_a = 0{,}05$ μm, la lustruirea foarte netedă ajungîndu-se pînă la $R_a = 0{,}025$ μm. Se prelucrează suprafeţe de revoluţie, mişcarea principală fiind rotaţia piesei, iar mişcările de avans — mişcările pînzei abrazive de-a lungul suprafaţei de prelucrat.

Factorii principali ce influenţează productivitatea prelucrărilor prin şlefuire şi lustruire şi, implicit, mărimea timpului de bază sînt: dimensiunile suprafeţei prelucrate; caracteristicile fizico-mecanice ale materialului de prelucrat; mărimea parametrilor regimului de aşchiere; starea suprafeţei obţinute la operaţia tehnologică anterioară; calitatea impusă suprafeţei prelucrate prin şlefuire sau lustruire; forma suprafeţei prelucrate.

La lustruirea cu pînze abrazive a suprafeţelor cilindrice sau conice ale pieselor rotative, lungimea suprafeţei are o influenţă mai mare asupra timpului de bază decît diametrul. Aceasta deoarece, la creşterea diametrului se măreşte şi porţiunea activă a pînzei abrazive, care participă la procesul de lustruire. În mod analog, la şlefuirea suprafeţelor plane şi profilate, lungimea l_p a suprafeţei, măsurată perpendicular pe axa discului de şlefuit (în domeniul $l_p > 80$ mm), are o influenţă mai mare asupra timpului de bază decît lăţimea B_p a aceleiaşi suprafeţe (fig. 14.7).

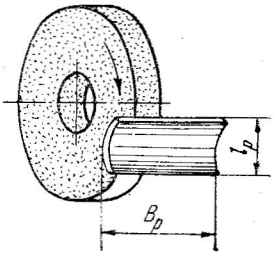


Fig. 14.7. Cinematica procesului de lucru la lustruire.

Starea suprafeţei, obţinută la operaţia tehnologică anterioară, caracterizată prin rugozitatea suprafeţei şi prin adîncimea stratului superficial defect, influenţează mărimea adaosului de prelucrare la şlefuire sau lustruire. Adîncimea stratului superficial defect, în funcţie de natura prelucrării anterioare, are următoarele valori:

— după frezarea de degroşare, 60 ... 70 μm;
— după frezarea de finisare, 20 μm;
— după strunjirea de degroşare, 50 μm;

— după strunjirea de finisare, 20 μm;
— după rectificare, 8 ... 15 μm.

Mărimea adaosurilor de prelucrare la șlefuire și lustruire, în funcție de calitatea suprafeței obținută la operația tehnologică anterioară, este dată în tabelul 14.19.

Tabelul 14.19. **Adaosuri de prelucrare la șlefuire și lustruire**

Calitatea suprafeței după prelucrarea anterioară R_a, μm	Adaosuri de prelucrare, mm, pînă la:	
	Șlefuire	Lustruire
25,0	0,080—0,100	—
12,5	0,070—0,090	—
6,3	0,050—0,080	0,040—0,060
3,2	0,040—0,070	0,030—0,040
1,6	0,020—0,050	0,018—0,030
0,8	0,015—0,040	0,012—0,018
0,4	0,012—0,030	0,010—0,015

Calitatea suprafeței după șlefuire sau lustruire este determinată, în primul rînd, de granulația abrazivului utilizat (tabelul 14.20).

Regimul de așchiere la șlefuire și lustruire este caracterizat prin următoarele valori ale parametrilor săi:

— viteza de rotație a discului de șlefuit, 25 ... 40 m/s;
— viteza de rotație a piesei de lustruire, 10 ... 20 m/s.

Tabelul 14.20. **Granulația abrazivului utilizat la șlefuire și lustruire**

Calitatea impusă a suprafeței R_a, μm	6,3	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05
Granulația abrazivului	40—32	32—25	25—12	12—6	6—5	4—M28	M20—M14	M10—M5

14.6.2. Determinarea normei tehnice de timp

Norma tehnică de timp la prelucrările prin șlefuire și lustruire se determină cu ajutorul relației (14.1).

14.6.2.1. **Determinarea timpului operativ.** La șlefuirea suprafețelor plane, cilindrice și profilate ale pieselor nerotitoare din oțel, timpul operativ se determină cu relația

$$t_{op} = C_T \cdot B_p^{0,5} \cdot l_p^x \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \qquad (14.21)$$

în care:

C_T este coeficient ce depinde de forma suprafeței prelucrate (tabelul 14.21);

x — exponent; pentru $l_p < 80$ mm, $x = 0,5$; pentru $l_p = 80 \ldots 250$ cm; $x = 0,8$; pentru $l_p > 250$ mm; $x = 1$;

K_1 — coeficient de corecție în funcție de mărimea adaosului de prelucrare și de calitatea suprafeței șlefuite;

K_2 — coeficient de corecție, în funcție de calitatea suprafeței obținută la prelucrarea anterioară șlefuirii;

K_3 — coeficient de corecție, în funcție de natura materialului de prelucrat;

B_p, l_p sînt lățimea și, respectiv, lungimea suprafeței prelucrate (fig. 14.7).

Valorile coeficienţilor de corecţie K_1, K_2, K_3 sînt date în tabelul 14.22. Se observă că timpul operativ este aproximativ proporţional cu A_c, unde A_c este adaosul de prelucrare, restul condiţiilor fiind identice.

În tabelele 14.23 şi 14.24 sînt date valorile timpului operativ la şlefuirea suprafeţelor pieselor nerotitoare din oţel, cu ajutorul discurilor din pîslă şi fetru, calculate pe baza relaţiei (14.21) pentru $K_1 = K_2 = K_3 = 1$. Valorile mai mari ale timpului operativ la şlefuirea suprafeţelor profilate, în comparaţie cu cele corespunzătoare suprafeţelor plane sau cilindrice, pentru aceleaşi valori ale parametrilor B_p şi l_p, se explică prin micşorarea, în primul caz, a ariei de contact disc-piesă, ca urmare a configuraţiei suprafeţei prelucrate.

Tabelul 14.21. **Valorile coeficientului C_T din relaţia (14.21)**

Forma suprafeţei prelucrate	Lungimea suprafeţei prelucrate, mm		
	< 80	80—250	> 250
	Coeficientul C_T		
Plană sau cilindrică	0,0066	0,00184	0,000625
Profilată	0,0132	0,00368	0,001250

Tabelul 14.22. **Coeficienţi de corecţie ai timpului operativ, la şlefuirea pieselor din oţel cu ajutorul discurilor din pîslă şi fetru**

A. În funcţie de rugozitatea suprafeţei prelucrate şi de mărimea adaosului de prelucrare

Adaosul de prelucrare, A_c, mm	Rugozitatea suprafeţei prelucrate, R_a, μm				
	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1
	Coeficientul de corecţie K_1				
0,03	—	—	0,80	1,00	1,40
0,04	—	—	1,00	1,25	—
0,06	0,80	1,00	1,25	1,55	—
0,10	1,00	1,25	1,55	1,90	—
0,16	1,25	1,55	—	—	—
0,25	1,55	—	—	—	—

B. În funcţie de calitatea suprafeţei înainte de şlefuire

Diferenţa dintre calitatea suprafeţei înainte şi după şlefuire, exprimată în clase de rugozitate	Coeficientul de corecţie K_2
3...4 clase de rugozitate	1,30
2 clase de rugozitate	1,00
1 clasă de rugozitate	0,75

C. În funcţie de materialul de prelucrat

Materialul de prelucrat	Oţeluri necălite	Oţeluri călite	Oţeluri refractare	Aliaje termorezistive	Aliajele aluminiului
Coeficientul de corecţie, K_3	1,00	1,16	1,40	1,70	0,60

Tabelul 14.23. **Timpul operativ la şlefuirea cu discuri din pîslă şi din fetru a suprafeţelor pieselor nerotitoare din oţel**

A. Suprafeţe plane sau cilindrice

Lungimea L_p a suprafeţei prelucrate, mm	Lăţimea suprafeţei prelucrate, B_p, mm										
	20	25	30	40	50	60	80	100	125	160	200
	Timpul t_{op}, min										
20	0,13	0,15	0,16	0,19	0,21	0,24	0,26	0,30	0,33	0,37	0,42
25	0,14	0,16	0,17	0,20	0,22	0,26	0,28	0,32	0,35	0,40	0,45
30	0,16	0,18	0,20	0,23	0,26	0,30	0,32	0,36	0,41	0,46	0,52
40	0,19	0,21	0,23	0,27	0,30	0,34	0,37	0,42	0,47	0,53	0,59
50	0,21	0,23	0,26	0,30	0,33	0,38	0,42	0,47	0,52	0,59	0,67
60	0,23	0,26	0,29	0,33	0,36	0,42	0,46	0,51	0,57	0,65	0,73
80	0,28	0,31	0,34	0,39	0,44	0,48	0,55	0,62	0,69	0,78	0,87
100	0,33	0,37	0,40	0,46	0,52	0,57	0,66	0,73	0,82	0,93	1,04
125	0,39	0,44	0,48	0,55	0,62	0,68	0,79	0,88	0,98	1,11	1,24
160	0,48	0,54	0,59	0,68	0,76	0,83	0,96	1,07	1,20	1,36	1,52
200	0,57	0,64	0,70	0,81	0,91	0,99	1,14	1,28	1,43	1,62	1,81
250	0,68	0,77	0,84	0,96	1,09	1,19	1,37	1,54	1,72	1,95	2,20
300	0,84	0,94	1,03	1,19	1,33	1,45	1,68	1,87	2,10	2,40	2,70
400	1,13	1,26	1,37	1,59	1,77	1,93	2,20	2,50	2,80	3,20	3,60
500	1,40	1,57	1,72	1,98	2,20	2,40	2,80	3,10	3,50	4,00	4,40
600	1,68	1,88	2,10	2,40	2,70	2,90	3,20	3,70	4,20	4,80	—
800	2,30	2,50	2,70	3,20	3,50	3,90	4,40	5,00	—	—	—
1000	2,80	3,10	3,40	3,90	4,40	4,80	5,60	—	—	—	—

B. Pereţi interiori şi funduri rectangulare de canale

Lungimea suprafeţei prelucrate, l_p, mm	Tipul suprafeţei şlefuite														
	Funduri de canale								Pereţi interiori						
	Lăţimea suprafeţei prelucrate, B_p, mm														
	15	20	25	30	40	50	70	90	10	15	20	25	30	40	50
	Timpul operativ t_{op}, min														
20	0,148	0,17	0,19	0,21	0,24	0,27	0,31	0,36	0,151	0,185	0,21	0,24	0,26	0,30	0,34
25	0,159	0,18	0,20	0,22	0,25	0,28	0,34	0,40	0,160	0,20	0,22	0,25	0,27	0,31	0,35
30	0,183	0,21	0,23	0,26	0,30	0,33	0,39	0,45	0,185	0,23	0,26	0,29	0,32	0,37	0,41
40	0,21	0,24	0,27	0,30	0,35	0,39	0,44	0,49	0,21	0,26	0,30	0,34	0,37	0,44	0,49
50	0,23	0,27	0,30	0,33	0,39	0,63	0,49	0,55	0,24	0,29	0,34	0,38	0,41	0,49	0,54
60	0,26	0,30	0,33	0,36	0,42	0,36	0,54	0,62	0,26	0,32	0,37	0,41	0,45	0,52	0,57
80	0,32	0,36	0,40	0,44	0,50	0,57	0,62	0,68	0,31	0,40	0,45	0,50	0,55	0,62	0,71
100	0,37	0,43	0,47	0,52	0,59	0,67	0,73	0,80	0,38	0,46	0,54	0,59	0,65	0,73	0,83
125	0,45	0,50	0,57	0,62	0,71	0,80	0,88	0,96	0,45	0,56	0,62	0,71	0,77	0,89	1,00
160	0,56	0,62	0,70	0,76	0,88	0,98	1,07	1,16	0,55	0,70	0,78	0,87	0,95	0,22	1,34
200	0,66	0,73	0,83	0,90	1,04	1,17	1,28	1,40	0,65	0,82	0,91	1,04	1,12	1,30	1,47
250	0,79	0,88	1,00	1,08	1,24	1,41	1,54	1,67	0,78	0,98	1,10	1,25	1,35	1,55	1,76
300	0,97	1,09	1,21	1,33	1,54	1,72	1,87	2,03	0,96	1,21	1,36	1,50	1,65	1,90	2,15
400	1,30	1,46	1,63	1,77	2,06	2,29	2,50	2,72	1,30	1,60	1,80	2,00	2,20	2,57	2,85
500	1,60	1,80	2,04	2,22	2,56	2,85	3,10	3,35	1,60	2,00	2,25	2,55	3,20	3,50	3,90

Timpul operativ pentru şlefuirea suprafeţelor cilindrice sau conice ale pieselor rotitoare, cu ajutorul discurilor din fetru sau pîslă, se calculează cu

Tabelul 14.24. **Timpul operativ la şlefuirea cu discuri din pîslă şi fetru a suprafeţelor profilate ale pieselor nerotitoare din oţel**

Lungimea l_p a suprafeţei prelucrate, mm	Lăţimea suprafeţei prelucrate, B_p, mm							
	20	25	30	40	50	60	80	100
	Timpul operativ, t_{op}, min							
20	0,26	0,29	0,32	0,37	0,42	0,48	0,52	0,60
25	0,28	0,31	0,34	0,40	0,44	0,52	0,56	0,64
30	0,32	0,36	0,40	0,46	0,52	0,60	0,64	0,72
40	0,37	0,42	0,46	0,54	0,60	0,68	0,74	0,84
50	0,42	0,46	0,52	0,60	0,66	0,76	0,84	0,94
60	0,46	0,52	0,56	0,66	0,72	0,84	0,92	1,00
80	0,56	0,62	0,68	0,78	0,88	0,96	1,10	1,20
100	0,66	0,74	0,80	0,92	1,04	1,14	1,32	1,45
125	0,78	0,88	0,96	1,10	1,24	1,36	1,58	1,76
160	0,96	1,08	1,18	1,36	1,57	1,66	1,92	2,14
200	1,14	1,28	1,40	1,60	1,80	2,00	2,28	2,56

Tabelul 14.25. **Valorile coeficientului C'_T din relaţia (14.22)**

Forma suprafeţei prelucrate	Lungimea suprafeţei prelucrate, mm		
	< 80	80...250	> 250
Cilindrică sau conică, exterioară	0,00707	0,00196	0,000655
Cilindrică sau conică, interioară	0,00885	0,00245	0,000815

relaţia

$$t_{op} = C'_T \cdot D_p^{0,5} \cdot l_p^x \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \qquad (14.22)$$

în care:

C'_T este coeficientul ce depinde de forma suprafeţei prelucrate (tabelul (14.25);

x — exponent, care are valorile menţionate în relaţia (14.21);

Tabelul 14.26. **Coeficienţi de corecţie ai timpului operativ la şlefuirea suprafeţelor pieselor din oţel cu discuri din fetru sau pîslă**

Adaosul de prelucrare simetric A_c, mm	Rugozitatea suprafeţei prelucrate R_a, μm				
	1,25	0,63	0,32	0,16	0,08
	Coeficientul de corecţie K_1				
0,02	—	—	0,80	1,00	1,40
0,03	—	0,80	1,00	—	—
0,05	0,80	1,00	1,25	—	—
0,08	1,00	1,25	1,55	—	—
0,12	1,25	1,55	—	—	—

K_1 — coeficient de corecţie în funcţie de mărimea adaosului de prelucrare simetric şi de calitatea suprafeţei prelucrate (tabelul 14.26);

D_p, l_p sînt diametrul şi respectiv, lungimea suprafeţei, mm;

K_2, K_3— coeficienţi de corecţie daţi în tabelul 14.22.

In tabelele 14.27 şi 14.28 sînt menţionate valori ale timpului operativ la şlefuirea suprafeţelor cilindrice sau conice, exterioare sau interioare, ale pieselor rotative din oţel, cu ajutorul discurilor din fetru sau pîslă, calculate conform relaţiei (14.22), pentru $K_1 = K_2 = K_3 = 1$.

Tabelul 14.27. **Timpul operativ la şlefuirea suprafeţelor exterioare, cilindrice sau conice, ale pieselor rotitoare din oţel, cu discuri din fetru sau pîslă**

Lungimea suprafeţei prelucrate l_p, mm	Diametrul suprafeţei prelucrate D_p, mm, pînă la										
	20	25	30	40	50	60	80	100	125	160	200
	Timpul operativ t_p min										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
20	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,26	0,28	0,32	0,35	0,40	0,45
25	0,15	0,17	0,19	0,21	0,24	0,27	0,30	0,34	0,37	0,42	0,48
30	0,17	0,19	0,21	0,25	0,28	0,32	0,35	0,39	0,44	0,49	0,55
40	0,20	0,22	0,24	0,28	0,32	0,36	0,40	0,45	0,50	0,56	0,63
50	0,22	0,25	0,28	0,32	0,35	0,41	0,45	0,50	0,56	0,63	0,71
60	0,24	0,27	0,30	0,35	0,39	0,45	0,49	0,55	0,61	0,69	0,78
80	0,29	0,33	0,36	0,42	0,47	0,51	0,59	0,66	0,73	0,83	0,93
100	0,35	0,39	0,43	0,49	0,55	0,61	0,71	0,78	0,88	0,99	1,11
125	0,42	0,47	0,51	0,59	0,66	0,73	0,84	0,94	1,05	1,19	1,33
160	0,51	0,58	0,63	0,73	0,81	1,89	1,03	1,14	1,28	1,45	1,62
200	0,61	0,68	0,75	0,87	0,97	1,06	1,22	1,37	1,53	1,73	1,93
250	0,73	0,82	0,90	1,03	1,17	1,27	1,46	1,65	1,84	2,08	2,33
300	0,89	0,99	1,08	1,25	1,40	1,53	1,76	1,97	2,20	2,50	2,80
400	1,19	1,33	1,44	1,67	1,86	2,03	2,30	2,60	2,90	3,40	3,80
500	1,47	1,65	1,81	2,08	2,30	2,50	2,90	3,30	3,70	4,20	4,60
600	1,76	1,98	2,20	2,50	2,80	3,05	3,40	3,90	4,40	5,00	5,60
800	2,40	2,70	2,80	3,40	3,70	4,10	4,60	5,30	5,90	—	—
1000	2,90	3,30	3,60	4,10	4,60	5,10	5,90	6,50	—	—	—

Tabelul 14.28. **Timpul operativ la şlefuirea suprafeţelor interioare, cilindrice sau conice, ale pieselor rotitoare din oţel, cu ajutorul discurilor din fetru sau pîslă**

Lungimea suprafeţei prelucrate l_p, mm	Diametrul suprafeţei prelucrate D_p, mm										
	20	25	30	40	50	60	80	100	125	160	200
	Timpul operativ t_p, min										
20	0,18	0,20	0,22	0,25	0,27	0,33	0,35	0,40	0,44	0,50	0,56
25	0,19	0,21	0,23	0,26	0,29	0,34	0,37	0,42	0,46	0,53	0,60
30	0,22	0,24	0,26	0,31	0,35	0,40	0,44	0,49	0,55	0,61	0,69
40	0,25	0,28	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,56	0,62	0,70	0,79
50	0,28	0,31	0,35	0,40	0,44	0,51	0,57	0,63	0,70	0,79	0,89
60	0,30	0,34	0,37	0,44	0,49	0,56	0,61	0,69	0,76	0,86	0,97
80	0,36	0,41	0,45	0,52	0,59	0,64	0,74	0,83	0,91	1,04	1,16
100	0,44	0,49	0,53	0,61	0,69	0,76	0,89	0,98	1,10	1,24	1,39
125	0,53	0,59	0,63	0,74	0,83	0,91	1,05	1,17	1,31	1,49	1,66
160	0,64	0,72	0,79	0,91	1,02	1,11	1,29	1,43	1,60	1,81	2,02
200	0,76	0,85	0,94	1,09	1,21	1,33	1,52	1,71	1,91	2,16	2,41
250	0,91	1,03	1,13	1,29	1,46	1,60	1,82	2,10	2,30	2,60	2,90
300	1,11	1,24	1,35	1,56	1,75	1,91	2,20	2,50	2,80	3,10	3,50
400	1,49	1,66	1,80	2,09	2,32	2,50	2,90	3,20	3,60	4,30	4,80
500	1,80	2,10	2,30	2,60	2,90	3,10	3,60	4,10	4,06	5,20	5,80
600	2,20	2,50	2,80	3,10	3,50	3,80	4,20	4,90	5,50	6,20	7,00
800	3,00	3,40	3,70	4,30	4,60	5,10	5,70	6,60	7,40	—	—
1000	3,60	4,10	4,50	5,10	5,70	6,40	7,40	8,10	—	—	—

La lustruirea suprafeţelor cilindrice ale pieselor rotitoare din oţel, cu ajutorul pînzelor abrazive, timpul operativ se determină cu relaţia

$$t_{op} = \frac{0{,}038 \cdot l_p \cdot D_p^{0,25} \cdot A_c}{R_a^{0,45}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \qquad (14.23)$$

în care:

A_c este adaosul de prelucrare simetric, mm;

K_1 — coeficient de corecție în funcție de mărimea adaosului de prelucrare (tabelul 14.29);

K_2 — coeficient de corecție în funcție de calitatea suprafeței înainte de lustruire; în cazul unei diferențe între calitatea suprafeței de înainte și cea de după lustruire de 1—2 clase, $K_2 = 1{,}0$, în timp ce pentru diferențe de 3 clase de rugozitate, $K_2 = 1{,}15 \ldots 1{,}20$;

K_3 — coeficient de corecție, în funcție de natura materialului prelucrat (tabelul 14.29).

D_p, l_p sînt diametrul și, respectiv, lungimea suprafeței cilindrice, mm;

Tabelul 14.29. **Coeficienții de corecție ai timpului operativ la lustruirea pieselor de rotație din oțel, cu pînză sau hîrtie abrazivă**

A. În funcție de mărimea adaosului de prelucrare

Raportul dintre adaosul de prelucrare real și cel menționat în tabelul 14.30	0,3	0,5	0,8	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	3,0
Coeficientul de corecție K_1	0,55	0,71	0,89	1,00	1,10	1,22	1,41	1,58	1,78

B. În funcție de materialul de prelucrat

Materialul de prelucrat	Oțel necălit	Oțel călit	Oțel refractar	Aliaje termorezistive	Aliajele aluminiului
Coeficientul de corecție K_3	1,00	1,16	1,40	1,70	0,60

În tabelul 14.30 sînt date valorile timpului operativ la lustruirea suprafețelor pieselor rotative din oțel pentru $K_1 = K_2 = K_3 = 1{,}0$. În cazul suprafețelor sferice, prin h s-a notat înălțimea calotei sferice respective. Pentru suprafețele cilindrice sau conice prevăzute cu caneluri, timpul operativ pentru lustruire se determină multiplicînd valorile date în tabelul 14.30-A cu coeficientul $K = 1{,}20 \ldots 1{,}25$.

14.6.2.2. **Determinarea timpilor ajutători.** Mînuirile de timpi ajutătăori care nu sînt cuprinse în timpul operativ (luarea piesei și punerea ei la loc, acoperirea cu praf de cretă a suprafeței, examinarea periodică a suprafețelor piesei etc.), în cazul prelucrărilor prin șlefuire cu discuri din fetru sau pîslă sînt date în tabelul 14.31.

14.6.2.3. **Determinarea timpilor de deservire și pentru odihnă și necesități fiziologice.** Timpii pentru deservirea tehnico-organizatorică a locului de muncă, pentru prelucrările prin șlefuire și lustruire, sînt dați în tabelul 14.32, iar timpii pentru odihnă și necesități fiziologice — în tabelul 14.33.

Tabelul 14.30. **Timpul operativ la lustruirea pieselor de rotație din oțel, cu pînză sau hîrtie abrazivă**

A; Suprafețe exterioare și interioare, cilindrice sau conice

Rugozitatea suprafeței prelucrate R_a, μm	Adaosul de prelucrare simetric A_c, mm	Diametrul suprafeței șlefuite D_p, mm, pînă la:						
		10	20	30	50	80	120	200
		Timpul operativ t_{op}, pentru o lungime de 10 mm, min						
3,2	0,050	0,103	0,122	0,136	0,140	0,170	0,190	0,220
1,6	0,035	0,120	0,140	0,160	0,180	0,200	0,220	0,250
0,8	0,025	0,130	0,160	0,180	0,200	0,230	0,250	0,280
0,4	0,015	0,140	0,170	0,190	0,220	0,240	0,270	0,310
0,3	0,011	0,170	0,200	0,230	0,260	0,290	0,320	0,360

B; Suprafețe sferice

Raportul $\frac{h}{D_p}$	Rugozitatea suprafeței prelucrate R_a, μm	Adaosul de prelucrare A_c, mm	Diametrul suprafeței D_p, mm, pînă la:				
			10	20	30	50	70
			Timpul operativ, t_{op}, min				
0,25	3,2	0,060	0,20	0,35	0,70	1,40	2,30
	1,6	0,050	0,25	0,50	0,95	1,70	2,80
	0,8	0,040	0,30	0,58	1,02	2,00	3,20
	0,4	0,035	0,35	0,70	1,25	2,50	3,90
	0,2	0,025	0,40	0,75	1,30	2,60	4,00
0,50	3,2	0,060	0,25	0,54	1,00	1,95	—
	1,6	0,050	0,30	0,65	1,26	2,40	—
	0,8	0,040	0,35	0,80	1,43	2,80	—
	0,4	0,035	0,40	0,92	1,75	3,30	—
	0,2	0,025	0,42	0,95	1,80	3,50	—

C; Racordări circulare

Raza racordării, mm	Rugozitatea suprafeței prelucrate R_a, μm	Adaosul de prelucrare simetric A_c, mm	Diametrul mediu al racordării, mm, pînă la:					
			20	30	50	80	120	200
			Timpul operativ t_{op}, min					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	3,2	0,050	0,11	0,12	0,14	0,17	0,18	0,20
	1,6	0,035	0,19	0,22	0,24	0,27	0,30	0,35
	0,8	0,025	0,33	0,35	0,41	0,45	0,51	0,58
	0,4	0,018	0,55	0,60	0,69	0,77	0,86	1,00
	0,2	0,012	0,90	1,00	1,13	1,25	1,38	1,58
5	3,2	0,050	0,15	0,18	0,20	0,22	0,24	0,28
	1,6	0,035	0,27	0,31	0,35	0,39	0,44	0,50
	0,8	0,025	0,46	0,51	0,58	0,65	0,72	0,81
	0,4	0,018	0,78	0,87	0,98	1,11	1,23	1,41
	0,2	0,012	1,30	1,43	1,58	1,92	2,02	2,30
10	3,2	0,050	0,25	0,29	0,32	0,36	0,40	0,45
	1,6	0,035	0,45	0,50	0,56	0,63	0,70	0,79
	0,8	0,025	0,71	0,80	0,91	1,02	1,13	1,28
	0,4	0,018	1,27	1,40	1,60	1,78	1,97	2,25
	0,2	0,012	2,09	2,30	2,59	2,95	3,25	3,70

Tabelul 14.30 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	3,2	0,050	0,41	0,45	0,52	0,58	0,64	0,73
	1,6	0,035	0,73	0,80	0,92	1,04	1,13	1,29
	0,8	0,025	1,23	1,35	1,54	1,72	1,85	2,17
	0,4	0,018	2,07	2,28	2,60	2,92	3,22	3,68
	0,2	0,012	3,48	3,83	4,35	4,90	5,42	6,18
30	3,2	0,050	0,58	0,65	0,74	0,85	0,91	1,04
	1,6	0,035	1,01	1,12	1,28	1,43	1,57	1,80
	0,8	0,025	1,73	1,91	2,16	2,42	2,67	3,00
	0,4	0,018	2,94	3,24	3,74	4,16	4,60	5,00
	0,2	0,012	4,82	5,35	6,10	6,85	7,90	8,60

D. Suprafețe frontale (de capăt)

Rugozitatea suprafeței prelucrate R_a, μm	Adaosul de prelucrare A_c, mm	Lungimea suprafeței prelucrate, l_p, mm, pînă la:								
		5	8	12	20	30	40	50	65	100
		Timpul operativ, t_{op}, min								
3,2	0,050	0,30	0,40	0,51	0,70	0,87	1,04	1,20	1,40	1,80
1,6	0,035	0,34	0,45	0,55	0,75	0,95	1,15	1,30	1,55	2,15
0,8	0,025	0,37	0,50	0,61	0,80	1,00	1,20	1,40	1,75	2,30
0,4	0,018	0,42	0,56	0,67	0,95	1,20	1,35	1,60	1,85	2,40
0,2	0,012	0,47	0,62	0,72	1,05	1,35	1,60	1,75	2,15	2,60

Tabelul 14.31. **Timpi ajutători la prelucrările prin șlefuire**

A. Timpul ajutător pentru prinderea-desprinderea piesei

Masa piesei, kg	0,1	1	3	5	8	12	16	20
Timpul t_{a1}, min	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06

B. Timpi ajutători legați de fază

Aria suprafeței dată cu praf de cretă, cm²	20	30	50	80	120	200	300	500
Timpul t_{a2}, min	0,23	0,26	0,30	0,35	0,40	0,46	0,53	0,61

Observații. **1.** În cadrul timpilor ajutători legați de fază sînt cuprinse următoarele minuiri: luarea unei bucăți de tifon, cîrpă sau vată; darea cu praf de cretă a suprafeței; examinarea suprafeței prelucrate; punerea la loc a tifonului, cîrpei sau vatei. **2.** Timpii ajutători legați de fază, date în tabel, corespund unei suprafețe de complexitate medie. În cazul unor suprafețe simple, plane sau cilindrice, timpii din tabel se micșorează cu 25%, iar în cazul prelucrării unor suprafețe complexe sau profilate, timpii ajutători legați de fază se măresc cu 40%. **3.** Dacă suprafețele șlefuite nu se dau cu cretă, timpii auxiliari legați de fază, dați în tabel, se micșorează cu 10 %.

Tabelul 14.32. **Timpul de deservire tehnico-organizatorică a locului de muncă pentru prelucrări prin şlefuire şi lustruire**

Tipul prelucrării prin şlefuire sau lustruire	Materialul de prelucrat	Timpul de deservire tehnică t_{dt}, % din t_{op}	Timpul de deservire organizatorică t_{od}, % din t_{op}
Şlefuirea pieselor rotitoare cu discuri din pîslă şi fetru	Oţel	4,0	3,0
	Aliaje refractare şi neferoase	5,0	3,0
Şlefuirea pieselor nerotitoare cu discuri din pîslă şi fetru	Oţel	6,0	3,0
	Aliaje refractare şi neferoase	7,0	3,0
Lustruirea pieselor rotitoare cu pînză sau hîrtie abrazivă	Oţel	2,0	3,0
	Aliaje neferoase	2,0	3,0
Lustruirea pieselor rotitoare cu pînză sau hîrtie abrazivă, folosind suport portsculă	Oţel	10,0	3,0
	Aliaje neferoase	15,0	3,0

Tabelul 14.33. **Timpul de odihnă şi necesităţi fiziologice la prelucrările prin şlefuire şi lustruire**

Modul de fixare a piesei în timpul prelucrării	Scula de şlefuit (lustruit)	Masa piesei, kg, pînă la:				
		1	3	5	10	> 10
		Timpul t_{on}, % din t_{op}				
În dispozitiv pe maşina-unealtă	Disc sau bandă de şlefuit	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
	Pînză sau hîrtie abrazivă (manual)	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0
În mîini	Disc sau bandă de lustruit	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0

14.6.3. Exemple de calcul al normei tehnice de timp la şlefuire şi lustruire

14.6.3.1. **Lustruirea cu bandă abrazivă.** Se supune prelucrării mecanice de lustruire cu bandă abrazivă o supapă din oţel 41 CN 12 (STAS 791-80) cu masa de 0,75 kg (fig. 14.8). Lustruirea se face cu un dispozitiv special cu bandă abrazivă cu turaţia maximă de 200 rot/min. Piesa de lustruit se instalează pentru prelucrare într-un dispozitiv cu bucşă elastică şi vîrf de centrare. Banda abrazivă are granulaţia 4. Să se determine norma tehnică de timp.

Rezolvare. Pentru suprafaţa frontală (inelară) a talerului supapei, calitatea suprafeţei obţinută înainte de lustruire este $R_a = 0{,}8$ μm, iar adaosul de prelucrare (tabelul 14.19) este $A_c = 0{,}018$ mm. Lungimea suprafeţei prelucrate (normală în direcţia radială) este dată de relaţia

$$l_p = (D_e - D_i)/2 = (65 - 35)/2 = 15 \text{ mm}.$$

Din tabelul 14.30, pentru o calitate a suprafeței după lustruire R_a = = 0,4 μm și pentru l_p = 15 mm, prin interpolare, se obține t_{op} = 0,775 min.

Timpul ajutător pentru prinderea și desprinderea piesei în dispozitiv va fi t_{a1} = 0,11 min, iar timpul pentru măsurători de control t_{a3} = 0,11 min. Celelalte componente ale timpilor ajutători sînt cuprinse în timpul operativ.

Pentru celelalte suprafețe lustruite, calculele sînt centralizate în tabelul 14.34. Valoarea timpilor ajutători legați de faze (0,413 min) este luată din tabelul 14.31, pentru o arie totală a piesei de 137,6 cm².

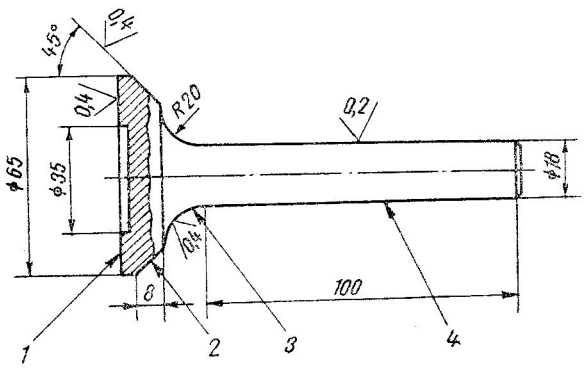


Fig. 14.8. Supapă supusă procesului de lucru la lustruire.

Pentru condițiile de prelucrare date, din tabelele 14.32 și 14.33 se obține $t_{dt} = 0{,}02 \cdot t_{op}$, $t_{do} = 0{,}03 \cdot t_{op}$, $t_{on} = 0{,}06 \cdot t_{op}$, astfel că timpul pe bucată va fi $N_T = t_{op} \cdot (1 + 0{,}02 + 0{,}03 + 0{,}06) = 6{,}21 \cdot 1{,}11 = 6{,}89$ min, unde $t_{op} = t'_{op} + t_a = 5{,}273 + 0{,}11 + 0{,}41 + 0{,}413 = 6{,}21$ min, t_{op} fiind timpul operativ legat de prelucrarea suprafeței (tabelul 14.30).

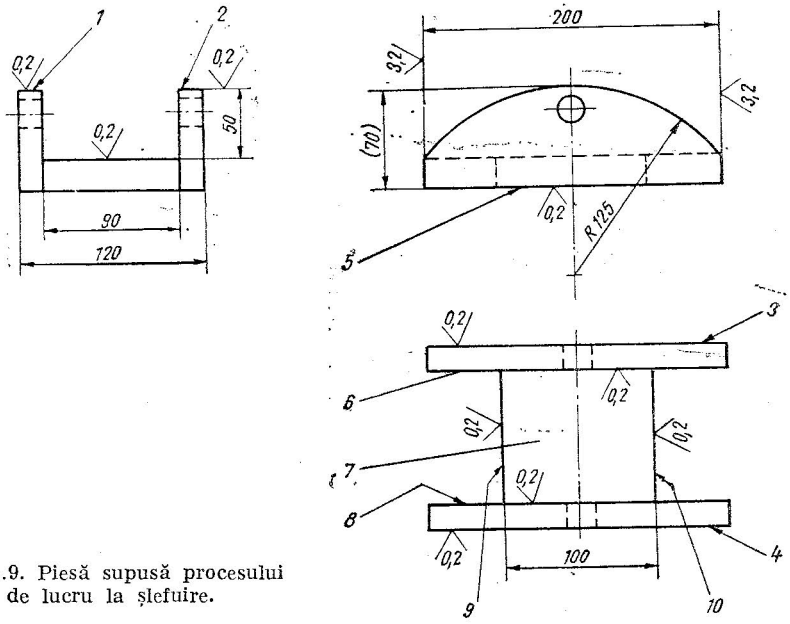


Fig. 14.9. Piesă supusă procesului de lucru la șlefuire.

14.6.3.2. **Șlefuirea cu disc din fetru sau pîslă.** Să se determine norma de timp la șlefuirea piesei din fig. 14.9, confecționată din oțel 40 C 10 (STAS 791-80) și avînd masa de 3,4 kg. Șlefuirea se face cu un disc din fetru cu dia-

Tabelul 14.34. **Date centralizatoare pentru exemplul de calcul 14.6.3.1.**

Nr. crt. al sup. prel.	Timpul operativ legat de prelucrarea suprafeţelo						Timpi ajutători		
	Forma suprafeţei	Calitatea suprafeţei, Ra, μm		Adaosul de prelucrare Ac, mm	Dimensiunile suprafeţei, mm	Timpul operativ (tab. 14.30)	Timpul de instalare-desprindere piesă	Timpul pentru măsurători de control	Timpi ajutători legaţi de fază (tab. 14.31)
		înainte de lustruire	după lustruire						
1	Frontală (inelară)	0,8	0,4	0,018	$l_p = 15$ $D_{ex} = 65$ $D_{int} = 35$	0,775	0,11	0,11	—
2	Conică	0,8	0,4	0,015	$D_p = 65$ $l_p = 8.\sqrt{2} = 11,3$	0,230	—	0,09	—
3	Racordarea	0,8	0,4	0,018	$D_{med} = \frac{48+18}{2} = 33$ $r = 20$	2,328	—	0,09	—
4	Cilindrică	0,4	0,2	0,011	$D_p = 18$ $l_p = 100$	1,940	—	0,12	—
	TOTAL					5,273	0,11	0,41	0,413

Tabelul 14.35. **Date centralizatoare pentru exemplul de calcul 14.6.3.2.**

Nr. crt. al suprafeţei	Timpul operativ, legat de prelucrarea suprafeţei										Timpi ajutători		
	Forma geometrică a suprafeţelor	Calitatea suprafeţei, Ra, μm		Adaosul de prelucrare Ac mm (tab. 14.19)	Lungimea suprafeţei lp, mm	Lăţimea suprafeţei Bp, mm	Timpul operativ din tab. 14.23	Coeficienţi de corecţie (tab.14.22)			Timpul operativ	Timp pentru prinderea-desprinderea piesei (tab.14.31)	Timp pentru măsurători de control	Timpi ajutători legaţi de fază (tab. 14.31)
		înainte de şlefuire	după şlefuire					K_1	K_2	K_3				
1	Cilindrică	3,2	0,2	0,05	231	15	0,638	1,4	1,3	1,0	1,161	0,033	0,12	—
2	Cilindrică	3,2	0,2	0,05	231	15	0,638	1,4	1,3	1,0	1,161	—	0,12	—
3	Plană	3,2	0,2	0,05	200	70	1,065	1,4	1,3	1,0	1,938	—	—	—
4	Plană	3,2	0,2	0,05	200	70	1,065	1,4	1,3	1,0	1,039	—	0,14	—
5	Plană	3,2	0,2	0,05	120	100	0,850	1,4	1,4	1,0	0,457	—	0,10	—
6	Fund perete	3,2	0,2	0,10	100	90	0,800	1,9	1,3	1,0	1,976	—	0,10	—
7	Perete lateral interior	3,2	0,2	0,10	200	50	1,470	1,9	1,3	1,0	3,631	—	0,12	—
8	Perete lateral interior	3,2	0,2	0,10	200	50	1,470	1,9	1,3	1,0	3,631	—	0,12	—
9	Capăt fund perete	3,2	0,2	0,05	90	20	0,305	1,4	1,3	1,0	0,555	—	—	—
10	Capăt fund perete	3,2	0,2	0,05	90	20	0,305	1,4	1,3	1,0	0,555	—	0,10	—
	Total										18,093	0,033	0,920	0,660

metrul $D_d = 200$ mm şi lăţimea $B_d = 60$ mm. Rugozitatea suprafeţei înainte de şlefuire, $R_a = 32$, μm.

Rezlovare. Deoarece suprafeţele şlefuite ale piesei trebuie să aibă după prelucrare $R_a = 0,2$ μm (fiind deci o diferenţă de patru clase de rugozitate

între calitatea suprafeţei înainte şi după şlefuire), se va efectua iniţial o şlefuire preliminară cu abraziv (electrocorindon) avînd granulaţia 8 şi apoi şlefuire finală cu abraziv de granulaţie M28.

Toate calculele privind timpul operativ legat de prelucrarea suprafeţelor piesei şi timpii ajutători sînt centralizate în tabelul 14.35. Valorile timpului operativ pentru suprafeţele 1, 2, 3, 4, 5, 9, 10 sînt luate din tabelul 14.23-Ai iar cele pentru suprafeţele 6, 7, 8 din tabelul 14.23-B. Timpii ajutători legat, de faze (0,660 min) sînt determinaţi corespunzător unei arii totale a suprafeţelor lustruite de aproximativ 612,8 cm².

Rezultă $t_{op} = 18{,}093 + 0{,}033 + 0{,}920 + 0{,}660 = 19{,}705$ min. şi pentru (tabelele 14.32 şi 14.33) $t_{at} = 0{,}06\ t_{op}$; $t_{do} = 0{,}03\ t_{op}$; $t_{on} = 0{,}073\ t_{op}$, în final se obţine $N_T = t_{op} \cdot (1 + 0{,}06 + 0{,}03 + 0{,}073) = 19{,}706 \cdot 1{,}163 = 22{,}92$ min.

Capitolul 15

NORMAREA TEHNICĂ LA PRELUCRAREA PRIN AȘCHIERE CU MAI MULTE SCULE SIMULTAN

15.1. Introducere

Prelucrarea prin așchiere cu mai multe scule simultan a apărut ca o necesitate pentru creșterea în continuare a productivității muncii în industria constructoare de mașini și ca posibilitate de introducere a progresului tehnic în industria constructoare de mașini-unelte.

Prin această metodă se supun prelucrării mecanice cele mai diferite piese ca formă și mărime.

Astfel, în fig. 15.1 se prezintă schema de reglare a unui strung carusel semiautomat, cu șase axe principale și funcționare continuă, pentru prelucrarea mecanică de degroșare a unui arbore în trepte, iar în fig. 15.2 se prezintă schema de reglare a unui strung similar, pentru prelucrarea mecanică de finisare a aceluiași arbore. În primul caz lucrează simultan 48 scule, iar în al doilea caz lucrează simultan 81 scule.

După cum se observă din fig. 15.1 și 15.2 la ambele strunguri se prelucrează cîte șase arbori simultan, trei dintr-o parte și trei din cealaltă parte.

În fig. 15.3 se prezintă schema de reglare a unui strung semiautomat, cu opt axe principale și acțiune succesivă, pentru prelucrarea mecanică a unei coroane dințate. Se observă că pentru a asigura precizia poziției reciproce a suprafețelor *1*, *4* și *10*, acestea se prelucrează simultan la degroșare și finisare, la pozițiile de lucru *II* și, respectiv, *IV*. La pozițiile *VII* și *VIII* se burghiază și alezează opt găuri care vor asigura fixarea coroanei dințate pe butuc. După cum se observă, lucrează simultan 32 scule.

În fig. 15.4 se prezintă schița de reglare a unui strung carusel semiautomat, cu opt axe principale și acțiune succesivă, pentru prelucrarea mecanică prin indexare dublă a două roți dințate diferite (fig. 15.4, *a*), sau a aceleiași roți dințate (fig. 15.4,*b*). În primul caz lucrează simultan 42 scule așchietoare, iar în al doilea caz lucrează simultan 32 scule aschietoare.

În fig. 15.5 se prezintă schema de reglaj a unui strung carusel semiautomat cu opt axe principale și acțiune succesivă, pentru prelucrarea mecanică a unui butuc din fontă turnată. După cum se observă, la prelucrarea mecanică lucrează 22 scule așchietoare simultan.

In mod similar se pot stabili schemele de prelucrare mecanică a celor mai diverse piese, pe diferite mașini-unelte, cu mai multe scule așchietoare simultan.

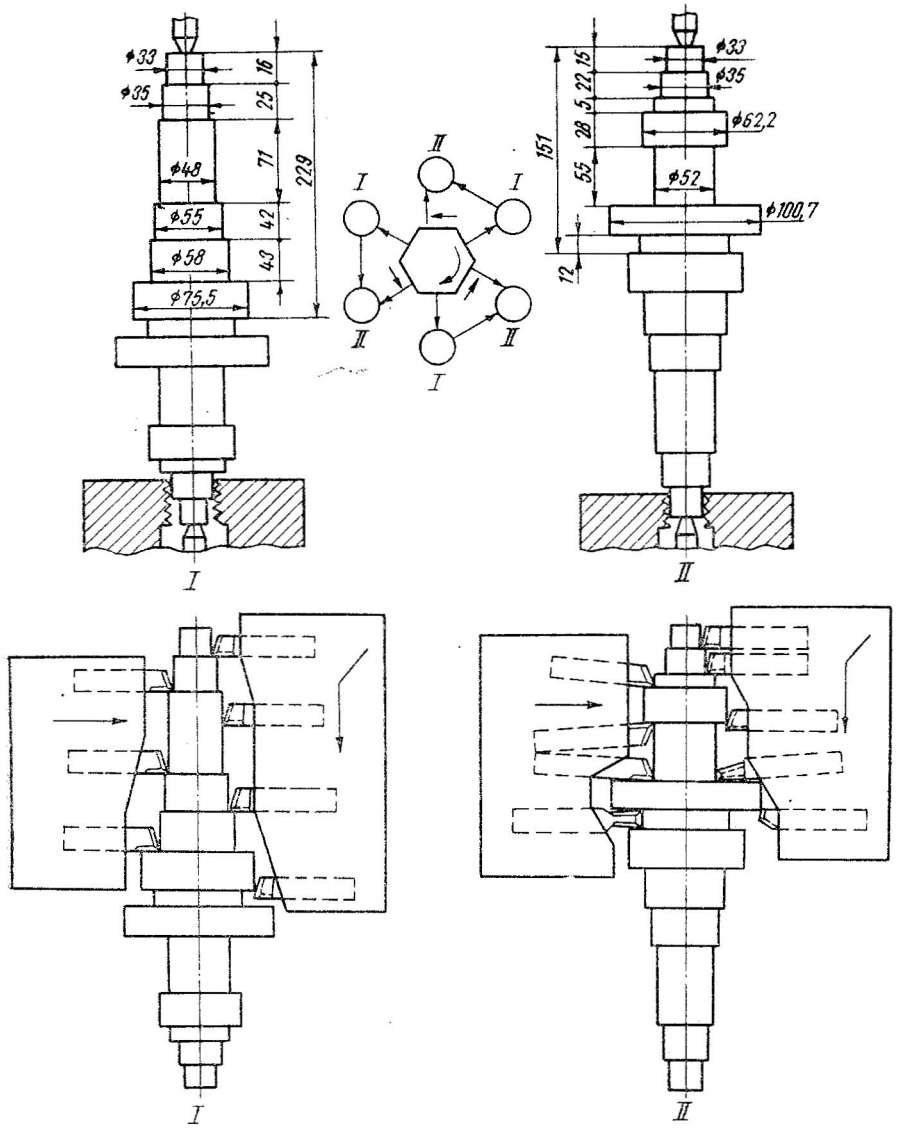


Fig. 15.1. Schema de reglare a unui strung carusel semiautomat cu șase axe principale și acțiune continuă pentru prelucrarea mecanică de degroșare a unui arbore în trepte.

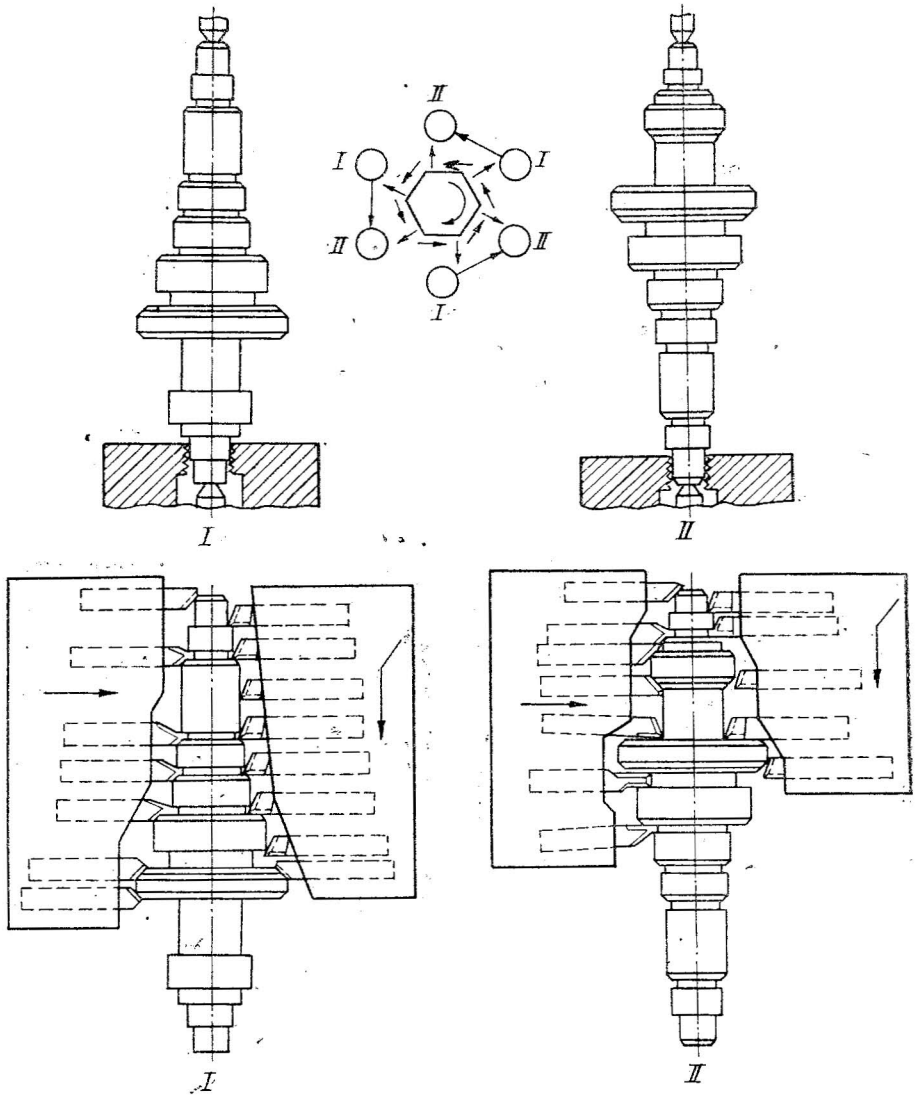


Fig. 15.2. Schema de reglare a unui strung carusel semiautomat cu şase axe principale şi acţiune continuă pentru prelucrarea mecanică de finisare a unui arbore în trepte.

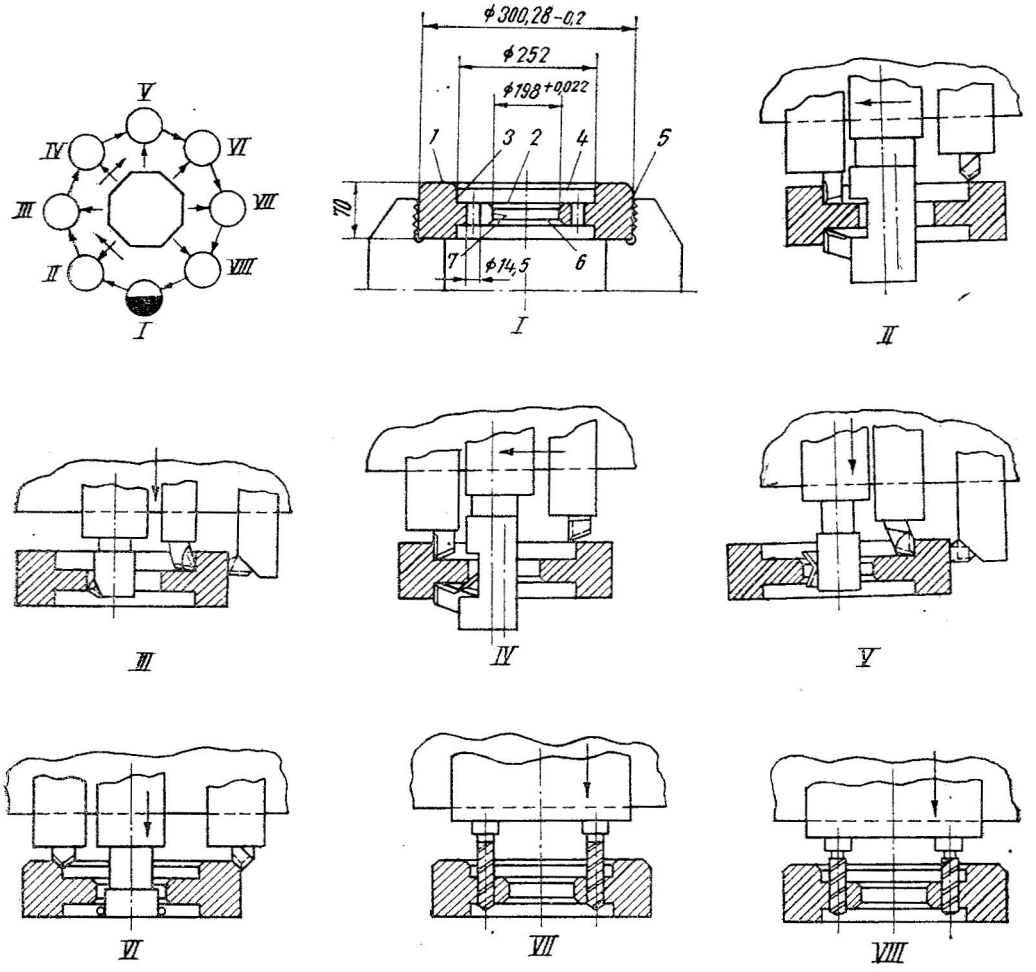


Fig. 15.3. Schema de reglare a unui strung carusel cu opt axe principale la prelucrarea unei coroane dințate.

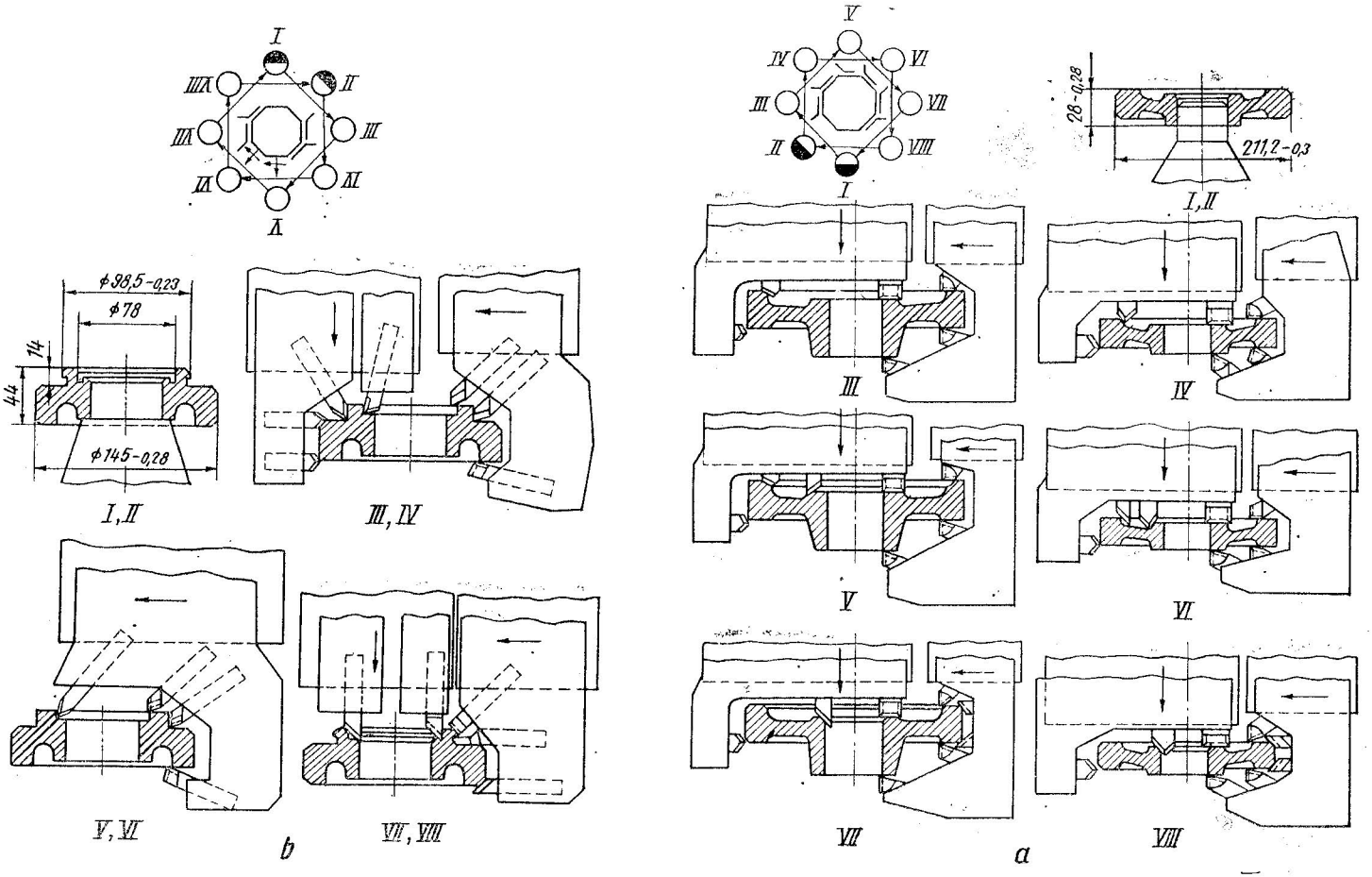


Fig. 15.4. Schema de reglare a unui strung carusel cu opt axe principale la prelucrarea mecanică cu indexare : dublă : *a* — a două roți dințate diferite ; *b* — a aceleiași roți dințate.

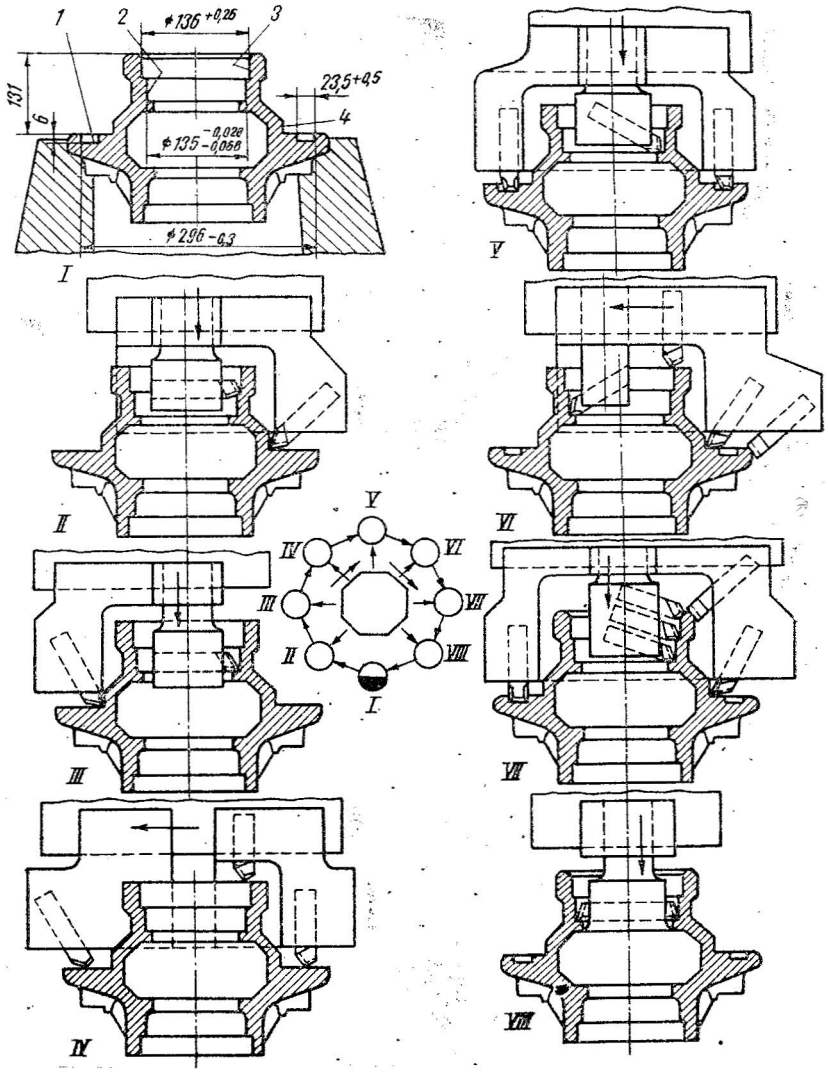


Fig. 15.5. Schema de reglare a unui strung carusel, cu opt axe principale și acțiune succesivă, pentru prelucrarea mecanică a unui butuc din fontă turnată.

15.2. Determinarea normei tehnice de timp

Norma tehnică de timp pe bucată, la prelucrarea mecanică cu mai multe scule simultan, se determină cu relația

$$N_T = T_{pi}/n + t_b + t_a + t_{at} + t_{do} + t_{on} \text{ [min]}, \qquad (15.1)$$

în care semnificația termenilor a fost definită în cap. 3.

15.2.1. Determinarea timpului de pregătire-încheiere

Timpul de pregătire-încheiere, în cazul mașinilor-unelte ce lucrează cu mai multe scule simultan, depinde de felul mașinii-unelte, maniabilitatea echipamentului tehnologic folosit, felul prelucrării și numărul sculelor așchietoare folosite în garnitura de reglaje.

În tabelul 15.1 se prezintă norme medii de timp pentru schimbarea și reglarea individuală a sculelor și dispozitivelor pe mașini-unelte de mare productivitate.

In tabelul 15.2 se prezintă norme medii de timp pentru schimbarea reglajului diferitelor tipuri de mașini-unelte pe care se lucrează cu mai multe scule simultan.

După cum se observă din tabelul 15.2, timpul maxim se consumă pentru schimbarea reglajului la semiautomatele cu șase și opt poziții de lucru, la strungurile automate cu patru și șase axe principale pentru prelucrarea din bară (180 ... 420 min). la mașinile de refulat piulițe (210 ... 270 min) și la mașinile de frezat roți dințate cu tambur (200 ... 300 min). Schimbarea reglajului unei linii automate pentru o piesă nouă necesită un consum de timp cuprins între 1 și 2 schimburi.

Mărimea timpului consumat pentru schimbarea reglajului mașinii-unelte se explică prin necesitatea înlocuirii tuturor dispozitivelor de strîngere a portsculelor și sculelor, stabilirea unor noi regimuri de așchiere, noi limite pentru cursele de lucru ale sculelor, care sînt determinate fie prin limitatoare, fie prin came.

In timpul de pregătire-încheiere se introduc 15 ... 30 min pentru studiul documentației tehnice, în funcție de numărul operațiilor tehnologice elementare realizate simultan și de complexitatea piesei de realizat.

15.2.2. Determinarea timpului de bază

Timpul de bază se determină cu relația

$$t_b = L \cdot i / v_a \qquad [\text{min}], \tag{15.2}$$

în care L este lungimea de deplasare a sculei așchietoare în direcția avansului, mm, v_a — viteza de deplasare a sculei sau semifabricatului în direcția avansului, mm/min, iar i — numărul de treceri ale sculei așchietoare pe suprafața de prelucrat (de obicei la prelucrarea mecanică cu mai multe scule simultan $i = 1$).

Lungimea de deplasare L se calculează cu relația

$$L = l + l_1 + l_2 \qquad [\text{mm}], \tag{15.3}$$

în care l este lungimea efectivă de deplasare a sculei aşchietoare în direcţia avansului, în contact cu suprafaţa de prelucrat, mm, l_1 — lungimea de pătrundere a sculei, mm, iar l_2 — lungimea de depăşire a sculei, mm, iar viteza de deplasare v_a — cu relaţia

$$v_a = s.n \text{ sau } v_a = s_z .z.n \quad [\text{mm/min}], \tag{15.4}$$

Tabelul 15.1. **Norme medii de timp pentru schimbarea şi reglarea individuală a sculelor şi dispozitivelor la maşini-unelte de mare productivitate**

Poz.	Tipul sculelor raşchietoare	Felul prelucrării: Degroşare (Timpul, min)	Felul prelucrării: Finisare (Timpul, min)	Dispozitive şi scule auxiliare	Timpul de schimbare, min
1	Cuţite de strung normale, de retezat, de interior, cu secţiunea pînă la 40×40 mm	2,5—4,0	4,0—6,0	Portcuţite Mandrine, dispozitive	60—150 40—60
2	Burghie, adîncitoare, tarozi, alezoare, freze de lamat cu diametru pînă la 50 mm, cu strîngere: conică	0,3—0,6		Dispozitive de găurit cu strîngere manuală Dispozitive cu strîngere pneumatică	10—20 20—30
	cu şurub	0,7—2,0			
	rapidă	0,35—0,65		Capete multiax	30—45
3	Freze: disc, frontale, cu coadă	3,5—4,5	4,5—5,5	Dorn de freză	10—20
	Freze cu dinţi aplicaţi şi flanşe, cu diametrul 150—300mm	11,0—15,0		Dispozitive pneumatice şi hidraulice	25—45
	300—500	15,0—25,0			
4	Broşe rotunde plate şi profilate	5,0—10,0 30,0—80,0		Dispozitive manuale Dispozitive pneumatice şi hidraulice	10—20 20—50
5	Scule pe danturat: freze melc pînă la $m = 8$ mm	5,0—6,0	6,0—10,	Dispozitive pentru roţi conice	40—80
	cuţite disc de mortezat, pînă la $m = 6—8$ mm	6,0—8,0	6,0—8,0		
	şevere	—	6,0—10,0		
	cuţite de rabotat dantură	5,0—6,0	6,0—8,0	Dornuri speciale	30—60
	capete de frezat dantura	40,0—80,0			
6	Discuri abrazive: pentru maşini de rectificat exterior şi plan	30,0—40,0		Dispozitive de îndreptat discuri abrazive	5,0
	pentru maşini de rectificat interior	10,0—20,0		Mandrina maşinii de rectificat interior	30—70
	pentru maşini de rectificat fără vîrfuri	30,0—60,0		Rigla de susţinere la maşina de rectificat fără vîrfuri	15,0

Tabelul 15.2. **Norme medii de timp pentru schimbarea reglajului la mașini-unelte de mare productivitate**

Poz.	Tipul mașinilor-unelte	Nr. de scule ce lucrează simultan	Ce se schimbă cu prilejul modificării reglajului	Timpul de schimbare totală a reglajului, min.
1	Strunguri semiautomate cu 6 și 8 axe principale	10—50	Universale, bucșe, elastice, șabloane protscule, scule	210—420
2	Strunguri automate cu 4 și 6 axe principale, pentru prelucrarea din bare	10—30	Dispozitive de strîngere, scule, șabloane, came etc.	180—300
3	Linii automate cu 4 și 8 poziții de lucru	40—235	Dispozitive de strîngere, scule	420—840
4	Mașini de frezat roți dințate multiaxe cu tambur	2—10	Dispozitive, scule, dornuri	200—300
5	Mașini de rectificat exterior cu mai multe discuri abrazive	2—7	Discuri abrazive, universal cu antrenor, reglaj	120—150
6	Strunguri semiautomate și automate cu un ax principal	4—12	Universale, portcuțite, pene, șabloane, came, scule	120—150
7	Strung carusel cu cap revolver	4—10	Universal, portcuțite, scule	60—90
8	Mașini de broșat verticale cu două poziții	Broșe speciale	Dispozitive, broșe compuse	120—150
9	Mașini de frezat roți conice cu dinți elicoidali	Capete portcuțite	Dornuri și capete portcuțite, modificarea poziției mecanismului de lucru	150—210
10	Mașini de refulat șuruburi	Matrițe, poansoane	Garnitura de scule de refulat	120—150
11	Mașini de refulat piulițe	Matrițe, poansoane	Garnitura de scule de refulat	210—270
12	Mașini de găurit cu capete multiax	4—30	Dispozitive de ghidare, capete portscule, scule	60—90
13	Strunguri universale	1—2	Universale, portcuțite, vîrfuri	30
14	Mașini verticale de broșat	1—5	Dispozitive, scule	50
15	Mașini orizontale de alezat	1—10	Dispozitive, dornuri, scule	60
16	Mașini verticale și orizontale de frezat	1—5	Dispozitive, dornuri, scule	60
17	Mașini de mortezat roți dințate	2	Dornuri, cuțite reglarea mecanismelor de lucru	90
18	Mașini de honuit	1—2	Dispozitive, capete de honuit	50
19	Mașini de rulat	2	Bacuri de rulat filete	50

în care s este avansul de lucru, mm/rot (sau mm/c.d.), n — turația de lucru sau numărul de curse duble pe minut, rot/min (sau c.d./min), s_z — avansul de lucru în mm pentru fiecare tăiș al sculei (la prelucrarea mecanică cu scule cu mai multe tăișuri), iar z — numărul de tăișuri ale sculei aşchietoare.

La prelucrarea mecanică cu mai multe scule simultan se determină timpul de bază pentru fiecare fază tehnologică, realizată de fiecare sculă aşchietoare, iar ca timp de bază pe operație se adoptă timpul de bază cel mai mare de la una dintre fazele tehnologice.

15.2.3. Elemente ale regimului de aşchiere *)

La stabilirea parametrilor principali ai regimului de aşchiere în cazul prelucrării mecanice cu mai multe scule simultan, intervin unele particularităţi în comparaţie cu prelucrarea mecanică cu o singură sculă aşchietoare.

Adîncimea de aşchiere. Se determină în funcţie de mărimea adaosului de prelucrare. Se recomandă ca îndepărtarea adaosului de prelucrare să se facă într-o singură trecere.

Avansul de lucru. Ca şi la prelucrarea mecanică cu o singură sculă, avansul se alege din normative cît mai mare posibil şi se verifică apoi în funcţie de: rezistenţa sculei, rigiditatea sistemului tehnologic, rezistenţa mecanismelor de acţionare a mişcărilor principale, puterea de acţionare a maşinii-unelte, precizia de prelucrare şi calitatea suprafeţei.

Pentru adoptarea avansului real de lucru, pot interveni anumite particularităţi:

a) dacă construcţia maşinii-unelte impune necesitatea ca toate sculele să lucreze cu acelaşi avans sau cu mărimi proporţionale, avansul real va avea valoarea avansului maximum admisibil rezultat pentru una dintre sculele aşchietoare; acest avans se va numi avans limitativ;

b) dacă avansul de lucru este limitat de una din condiţiile de verificare se micşorează avansul la valoarea maximă admisibilă de această condiţie de verificare.

c) dacă sculele aşchietoare sînt instalate pe cărucioare diferite şi pentru unul din cărucioare avansul este limitat de una din condiţiile de verificare, avansul pentru celelalte cărucioare se va alege în aşa fel încît toate cărucioarele să termine lucrul aproximativ simultan. Micşorarea avansului sub (0,04 ... 0,05) mm/rot nu este admisibilă, deoarece perturbă procesul de lucru al sculei.

În unele cazuri, de exemplu la filetare, avansul este prescris şi nu se poate modifica.

Viteza de aşchiere. Viteza de aşchiere la prelucrarea mecanică cu mai multe scule simultan este în general mai mică viteza de aşchiere la prelucrarea mecanică cu o singură sculă aşchietoare, cu excepţia următoarelor cazuri:

a) la prelucrarea mecanică a unor oţeluri austenitice şi a altor materiale ale căror proprietăţi de prelucrabilitate impun respectarea strictă a unei anumite viteze de aşchiere;

b) la prelucrările mecanice de finisare cu alezoare, tarozi şi bacuri de filetat, pentru care schimbarea unei anumite viteze optime de aşchiere duce la înrăutăţirea calităţii suprafeţei.

In toate celelalte cazuri, viteza de aşchiere la prelucrarea mecanică cu mai multe scule simultan este mai mică decît viteza de aşchiere la prelucrarea mecanică cu o singură sculă aşchietoare. Micşorarea vitezei de aşchiere este determinată de următoarele cauze:

---

* Pentru determinarea regimului de aşchiere la prelucrarea mecanică pe maşini-unelte de mare productivitate vezi „Calculul adaosurilor de prelucrare şi al regimurilor de aşchiere", de Picoş C. s. a, partea a III-a, p. 465—605, Bucureşti, Editura tehnică, 1974.

a) durabilitatea optimă a sculelor aşchietoare este mai mare decît la prelucrarea cu o sculă aşchietoare, deoarece cheltuielile legate de schimbarea şi reascuţirea sculelor cresc aproximativ proporţional cu numărul sculelor aşchietoare din garnitura de reglaj;

b) la prelucrarea mecanică de finisare, pentru a micşora influenţa deformaţiilor termice ale elementelor sistemului tehnologic asupra preciziei de prelucrare, la piese de mare precizie, se micşorează viteza de aşchiere pentru a micşora temperatura de stabilizare a sistemului tehnologic, avîndu-se în vedere existenţa unui număr multiplu de surse calorice.

Pentru o parte din sculele aşchietoare sau pentru toate sculele cu excepţia celei limitative*), viteza de aşchiere se va reduce sub viteza de aşchiere determinată, cu respectarea condiţiilor precedente, în următoarele cazuri:

a) dacă construcţia maşinii-unelte impune respectarea unui anumit raport între vitezele de aşchiere ale sculelor, se determină viteza optimă de aşchiere pentru scula limitativă, iar pentru celelalte scule aşchietoare se va adopta viteza de aşchiere ce rezultă din respectarea acestei condiţii;

b) dacă se impune ca scula aşchietoare să lucreze cu acelaşi avans în unitatea de timp, se reduce viteza optimă de aşchiere pentru toate sculele (sau o parte din ele) în afară de cea limitativă;

c) dacă se impune ca timpul de maşină să fie identic pentru toate sculele aşchietoare, se determină timpul de maşină în raport cu viteza optimă de aşchiere pentru scula limitativă, iar pentru toate celelalte scule se micşorează viteza de aşchiere, determinîndu-se din condiţia timpului de maşină identic.

In tabelul 15.3 se prezintă valori orientative pentru parametrii regimurilor de aşchiere la prelucrarea mecanică cu mai multe scule simultan.

15.2.4. Determinarea timpului ajutător

La normarea tehnică pentru prelucrarea mecanică pe maşini-unelte de mare productivitate, timpul ajutător se determină în funcţie de particularităţile constructive ale maşinii-unelte respective. În acest caz nu se ia în considerare timpul pentru luarea aşchiilor de probă (t_{a3}) deoarece reglarea la dimensiunea de lucru a sistemului tehnologic de prelucrare mecanică nu se face după metoda aşchiilor de probă. De asemenea, întrucît se lucrează pe sisteme tehnologice de prelucrare mecanică reglate în prealabil la dimensiunea de lucru, în cele mai multe cazuri dotate şi cu aparate de corecţie automată a reglajului, controlul pasiv se face prin sondaj şi timpul pentru acesta se suprapune cu timpul de bază, dispărînd în acest fel şi timpul de control (t_{a5}). Ca urmare, ca elemente independente ale timpului ajutător apar: timpul de prindere-desprindere (t_{a1}), timpul pentru comanda maşinii-unelte (t_{a2}) şi timpul de evacuare a aşchiilor (t_{a4}), care apare numai la burghiere. De asemenea ,apare suplimentar timpul de deplasare (indexare) a semifabricatului de la o poziţie de lucru la următoarea (t_{ai}), a cărei valoare se stabileşte conform indicaţiilor date în cartea tehnică a utilajului.

---

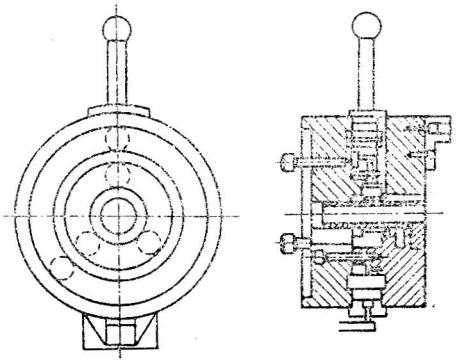
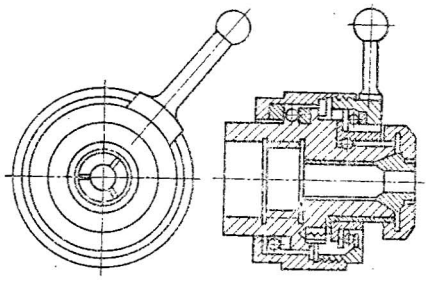
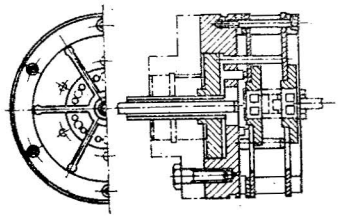
* Prin sculă limitativă a vitezei de aşchiere se înţelege acea sculă care, în condiţiile în care ar lucra independent, ar avea viteza minimă de aşchiere. În anumite situaţii, viteza minimă de aşchiere poate fi comună mai multor scule aşchietoare.

Tabelul 15.3. **Regimuri de aşchiere recomandate la prelucrarea mecanică pe maşini-unelte de mare productivitate (la degroşare : adîncimea medie de aşchiere $t = 3$ mm, avansul $s = 0{,}3 \ldots 0{,}6$ mm/rot ; la finisare : adîncimea medie de aşchiere $t = 1{,}2$ mm, avansul $s = 0{,}1 \ldots 0{,}2$ mm/rot**

Tipul maşinilor-unelte	Felul prelucrării			
	Degroşare		Finisare	
	Scule din oţel rapid	Scule cu plăcuţe dure	Scule din oţel rapid	Scule din plăcuţe dure
	Viteza de aşchiere, m/min			
Strunguri simple cu înălţimea vîrfurilor de 150...500 mm	24—36	45—90	36—48	75—235
Strunguri carusel cu cap revolver, pentru prelucrări pînă la Ø 1000 mm	20—34	45—85	32—45	70—130
Strunguri semiautomate cu mai multe cuţite, cu un singur ax principal, pentru prelucrări mecanice pînă la Ø 500 mm	18—32	50—80	26—38	70—165
Semiautomate cu mai multe axe principale, pentru prelucrări mecanice pînă la Ø 500 mm	18—34	45—80	24—38	65—100
Strunguri automate multiaxe pentru prelucrări mecanice din bară	14—32	40—55	40—55	65—120
Maşini de găurit cu un ax principal (burghie pînă la 75 mm); $s = 0{,}08 \ldots 0{,}035$ mm/rot	10—24	28—74	—	—
Maşini-agregat de găurit mono şi bilaterale; $s = 0{,}06 \ldots 0{,}25$ mm/rot	8—18	27—60	—	—
Maşini de frezat verticale şi orizontale	18—32	50—100	28—44	80—180
Maşini de frezat cu mai multe scule simultan	18—32	45—90	28—44	70—120
Maşini de alezat fin (cu diamant); $s \leqslant 0{,}15$ mm/rot	—	—	18—36[1]	
Maşini de broşat orizontale şi verticale	broşe obişnuite		6—10	—
	broşe circulare		20—32	—
Maşini de frezat roţi dinţate	24—32	—	28—45	—
Maşini de şeveruit	—	—	35—45	—
Maşini de rectificat	Discuri abrazive		20—35[2]	50[2]
Maşini de honuit şi superfinisat	Bare abrazive fontă		60—73[3]	15—20[4]
	Bare abrazive oţel		40—60[3]	10—12[4]

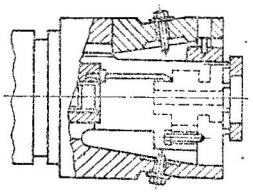
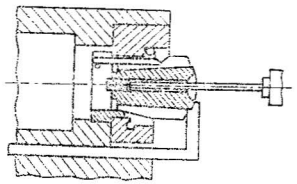
Observaţie. În tabel : 1) alezarea oţelului cu duritatea 50...62 HRC şi a fontei cu duritatea pînă la 145 HB ; 2) viteza de aşchiere se dă în m/s ; 3) mişcare de rotaţie ; 4) mişcare rectilinie—alternativă.

Tabelul 15.4. **Timpul de prindere-desprindere, t_{a1}, în universale speciale pentru prelucrarea pe mașini-unelte semiautomate și automate**

Poz.	Modul de prindere a semifabricatului (schița dispozitivului tip)	Schița dispozitivului tip	Masa piesei, kg, până la:					
			0,5	1,0	3	5	8	12
			Timpul, min					
1	În universal cu bacuri, cu centrare automată, fără cheie		0,07	0,08	0,10	0,12	0,14	0,17
2	În universal secționat, fără cheie		0,08	0,09	0,11	0,14	—	—
3	În universal cu membrană, pentru piese cu pereți subțiri (de tipul bucșelor)		0,08	0,09	0,11	0,16	—	—

Observații. **1.** Bazarea se face pe suprafața cilindrică exterioară rezultată de la laminare sau prelucrată prealabil. **2.** Conținutul lucrării constă în luarea semifabricatului, așezarea lui în bacuri, fixarea semifabricatului cu manetă sau levier, desfacerea sistemului de fixare, luarea piesei, depunerea piesei de stelaj.

Tabelul 15.5. **Timpul de prindere-desprindere, t_{a1}, în mandrine speciale, pentru prelucrarea pe mașini-unelte semiautomate și automate**

Poz.	Modul de așezare a semifabricatului (schița dispozitivului tip)	Schița dispozitivului tip	Metoda de fixare	Masa piesei, kg, pînă la: 1	3	5	8	12	20
				Timpul, min					
1	În mandrină, pentru rectificarea interioară a roților dințate cilindrice		Cu maneta dispozitivului cu strîngere pneumatică	0,15	0,19	0,23	0,27	0,32	0,37
2			Prin plăci alunecătoare cu șuruburi	0,53	0,67	0,88	1,00	1,10	1,20
3	În mandrină, pentru rectificarea interioară a roților dințate conice		Cu maneta dispozitivului cu strîngere pneumatică	0,12	0,15	0,18	0,20	0,22	0,27
4			Cu plăci alunecătoare cu șuruburi	0,48	0,60	0,81	0,93	1,00	1,08

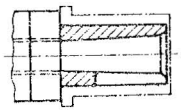
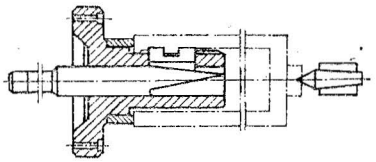
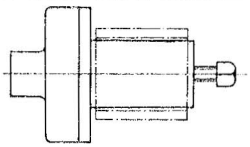
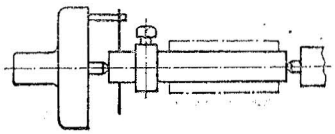
Observații. **1.** Bazarea semifabricatelor se face după profilul dinților. **2.** Conținutul lucrării constă în luarea semifabricatului, orientarea lui după profilul dinților, fixarea semifabricatului, desfacerea sistemului de fixare, luarea piesei, depunerea piesei pe stelaj.

În tabelele 15.4 ... 15.8 se prezintă normative pentru timpul de prindere-desprindere (t_{a1}), în funcție de metoda de bazare și fixare adoptată în vederea prelucrării mecanice. Dacă mașina-unealtă are o poziție separată de încărcare-descărcare și timpul de prindere-desprindere a semifabricatului este mai mic sau cel mult egal cu timpul de bază, la stabilirea normei tehnice de timp nu se va ține seama de timpul de prindere-desprindere a semifabricatului. De asemenea, pentru alte metode de prindere-desprindere a semifabricatului se vor consulta capitolele anterioare, sau cartea tehnică a utilajului.

Timpul de comandă a mașinii-unelte (t_{a2}) se determină în funcție de metoda de comandă a mișcărilor principale sau axuiliare. Dacă comanda se face cu buton, $t_{a2} = 0{,}015$ min, iar dacă comanda se face cu pîrghie, $t_{a2} = 0{,}020$ min. In cazul comenzilor automate, cu diverse mecanisme de automatizare a ciclului de lucru, timpul de comandă a mașinii-unelte este indicat în cartea tehnică a utilajului.

Timpul pentru evacuarea așchiilor (t_{a4}), în cazul burghierii, dacă retragerea burghielor se comandă manual, se determină din capitolul 9, iar dacă retragerea burghielor se comandă automat se determină din cartea tehnică a utilajului.

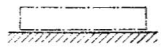
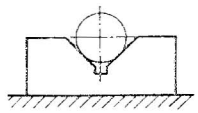
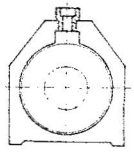
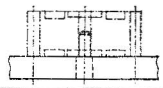
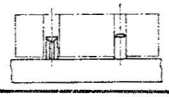
Tabelul 15.6. **Timpul de prindere-desprindere, t_{a1}, pe dornuri speciale pentru prelucrarea pe mașini-unelte semiautomate și automate**

Poz.	Metoda de așezare a semifabricatului	Schița dispozitivului tip		Masa piesei, kg, pînă la						
				0,5	1	3	5	8	12	20
				Timpul, min						
1	Pe dorn de capăt, cu strîngere pneumatică			0,07	0,08	0,09	0,10	0,12	0,15	0,19
2	Pe dorn de capăt, cu strîngere pneumatică și susținere cu vîrful păpușii mobile			—	—	0,28	0,29	0,31	0,34	0,38
3	Pe dorn de capăt cu fixare cu hidroplast		Cu șurub cu cheie	0,16	0,17	0,18	0,20	0,23	0,27	0,32
4			Cu șurub de mînă	0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	—	—
5	Pe dorn de centrare cu fixare cu hidroplast		Cu așezarea piesei pe dorn	—	0,22	0,32	0,36	0,40	0,44	0,50
6			Cu piesa așezată în prealabil pe dorn	—	0,12	0,14	0,17	0,19	0,22	0,25

Observații. **1.** Bazarea se face pe alezaj prelucrat în prealabil. **2.** Conținutul lucrării pentru poz. 1...5 constă în luarea semifabricatului, orientarea acestuia pe dorn, fixarea semifabricatului, desfacerea sistemului de fixare, luarea piesei, depunerea piesei pe stelaj. **3.** Conținutul lucrării la poz. 6 constă în luarea semifabricatului cu dornul fixat în prealabil, așezarea lor pe mașina-unealtă, fixarea dornului, desfacerea sistemului de fixare a dornului, depunerea piesei cu dornul împreună pe stelaj. Aceasta presupune existența a cel puțin două dornuri la mașină.

Tabelul 15.7. **Timpul de prindere-desprindere, t_{a1}, în dispozitive speciale cu locaș la mașini-unelte semiautomate și automate**

A. Timpul pentru bazarea semifabricatului și scoaterea piesei

Poz.	Metoda de bazare a semifabricatului	Schița dispozitivului tip	Masa piesei, kg, pînă la:							
			0,25	0,5	1	3	5	8	12	20
			Timpul, min							
1	După un plan		0,04	0,04	0,04	0,06	0,07	0,07	0,08	0,10
2	După două planuri		0,04	0,04	0,05	0,07	0,08	0,08	0,09	0,12
3	După un plan și o suprafață cilindrică		—	—	0,08	0,10	0,11	0,13	0,15	0,17
4	După suprafața cilindrică (pe prismă)		0,04	0,04	0,04	0,06	0,07	0,08	0,09	0,12
5	După suprafața cilindrică (în gaură sau locaș)		0,06	0,06	0,07	0,10	0,13	0,16	0,18	0,22
6	După alezaj (cu un bolț)		0,04	0,05	0,05	0,07	0,08	0,09	0,11	0,14
7	După alezaj (cu două bolțuri)		0,06	0,07	0,07	0,09	0,11	0,12	0,13	0,17

B. Timpul pentru fixarea semifabricatului și desfacerea sistemului de fixare

Poz.	Metoda de fixare a semifabricatului	Masa piesei, kg, pînă la:							
		0,25	0,5	1	3	5	8	12	20
		Timpul, min							
8	Cu strîngere pneumatică, comandată cu manetă	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05
9	Cu maneta dispozitivului cu excentric	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
10	Prin maneta dispozitivului excentric cu strîngere cu placă	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07
11	Cu bridă demontabilă și maneta excentricului	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,10

Tabelul 15.7 (continuare)

Poz.	Metoda de fixare a semifabricatului	Masa piesei, kg, pînă la: 0,25	0,5	1	3	5	8	12	20
		Timpul, min.							
12	Cu bridă demontabilă cu piuliță, prin intermediul cheii	0,16	0,18	0,21	0,24	0,26	0,28	0,28	0,28
13	Cu bridă și clichet	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	—	—	—

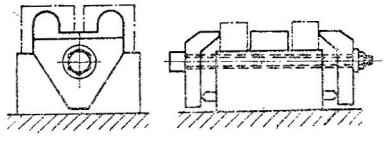
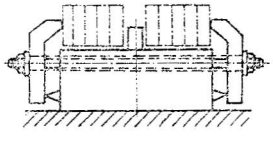
C. Timpul necesar pentru faze suplimentare

Poz.	Denumirea fazelor suplimentare		Dimensiunile dispozitivului, mm, pînă la: 100×100	200×300	300×500	> 300×500
			Masa dispozitivului, kg, pînă la: 5	10	peste 10	
			Timpul, min			
14	Curățirea dispozitivului de așchii	Cu aer comprimat	0,05	0,06	0,07	0,08
15		Cu peria	0,05	0,07	0,09	0,10
16		Prin răsturnarea dispozitivului	0,03	0,05	0,07	0,07

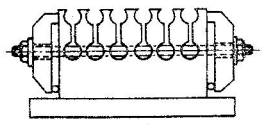
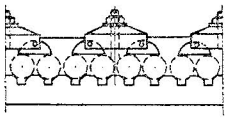
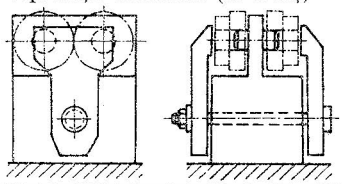
Observații **1.** Timpul de prindere-desprindere se determină prin însumarea timpilor corespunzători fazelor separate ale lucrului, ținîndu-se seama de condițiile concrete ale lucrului. **2.** Conținutul lucrării constă în luarea semifabricatului, orientarea lui în dispozitiv, strîngerea semifabricatului, desfacerea sistemului de fixare, depunerea piesei pe stelaj și curățirea dispozitivului.

Tabelul 15.8. **Timpul de prindere-desprindere, t_{a1}, în dispozitive speciale cu mai multe locașuri la mașini-unelte semiautomate și automate**

A. Timpul pentru bazarea semifabricatelor

Poz.	Metoda de bazare a semifabricatelor (schița dispozitivului tip)	Nr. semifabricatelor instalate simultan	Masa semifabricatului, kg, pînă la: 0,25	0,5	1	3	5	8	12	20
			Timpul, min							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	După două planuri, cu așezarea individuală a semifabricatelor 	2	0,06	0,06	0,07	0,12	0,14	0,15	0,17	0,22
2		4	0,10	0,11	0,13	0,22	0,26	0,29	0,33	0,42
3		6	0,14	0,16	0,20	0,32	0,38	0,43	0,49	0,61
4		8	0,18	0,21	0,26	0,42	0,50	0,57	0,65	0,82
5		10	0,22	0,26	0,33	0,52	0,62	0,71	—	—
6		12	0,26	0,31	0,39	0,62	0,74	0,85	—	—
7		15	0,32	0,38	0,49	0,77	0,92	—	—	—
8		20	0,42	0,50	0,66	1,02	1,22	—	—	—
9		25	0,52	0,63	0,84	1,27	1,52	—	—	—
10		30	0,62	0,75	0,02	1,52	—	—	—	—
11		40	0,82	1,00	1,37	2,02	—	—	—	—
12	După două planuri, cu așezarea semifabricatelor în pachete 	2	0,06	0,06	0,07	0,12	0,14	0,15	0,17	—
13		4	0,09	0,09	0,12	0,20	0,24	0,27	0,30	—
14		6	0,12	0,13	0,18	0,27	0,33	0,39	—	—
15		8	0,15	0,16	0,23	0,34	0,42	0,48	—	—
16		10	0,17	0,20	0,29	0,42	0,52	—	—	—
17		12	0,20	0,24	0,34	0,49	—	—	—	—
18		15	0,24	0,29	0,43	0,60	—	—	—	—
19		20	0,30	0,38	0,55	—	—	—	—	—
20		25	0,36	0,47	0,68	—	—	—	—	—
21		30	0,44	0,56	0,80	—	—	—	—	—

Tabelul 15.8 (continuare)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
22	După alezaj (pe dorn)	2	0,07	0,08	0,09	0,13	0,15	0,17	0,22	0,28
23		4	0,13	0,15	0,17	0,24	0,27	0,32	0,42	—
24		6	0,18	0,21	0,24	0,35	0,40	0,47	—	—
25		8	0,23	0,27	0,31	0,46	0,54	—	—	—
26		10	0,28	0,33	0,38	0,57	0,68	—	—	—
27		12	0,33	0,38	0,45	0,68	—	—	—	—
28		15	0,42	0,48	0,55	0,86	—	—	—	—
29		20	0,56	0,64	0,72	—	—	—	—	—
30	După suprafața cilindrică (pe prismă)	2	0,06	0,06	0,07	0,11	0,13	0,15	0,18	0,24
31		4	0,10	0,11	0,13	0,20	0,23	0,28	0,36	—
32		6	0,14	0,16	0,20	0,29	0,34	0,42	—	—
33		8	0,18	0,21	0,26	0,38	0,45	—	—	—
34		10	0,22	0,26	0,33	0,47	0,56	—	—	—
35		12	0,26	0,31	0,39	0,56	—	—	—	—
36		15	0,32	0,38	0,49	0,68	—	—	—	—
37		20	0,42	0,50	0,66	—	—	—	—	—
38	După suprafața cilindrică (în locaș)	2	0,09	0,11	0,13	0,20	0,26	0,32	—	—
39		4	0,16	0,20	0,25	0,38	0,50	—	—	—
40		6	0,23	0,29	0,37	0,56	0,74	—	—	—
41		8	0,29	0,38	0,49	0,74	0,98	—	—	—
42		10	0,34	0,47	0,62	0,92	—	—	—	—
43		12	0,38	0,56	0,73	—	—	—	—	—
44		15	0,44	0,70	0,90	—	—	—	—	—
45		20	0,54	0,93	1,30	—	—	—	—	—

B. Timpul pentru fixarea semifabricatului și desfacerea sistemului de fixare

Poz.	Metode de fixare a semifabricatului	Masa semifabricatului, kg, pînă la: 0,25	0,5	1	3	5	8	12	20
		Timpul, min							
46	Cu strîngere pneumatică, comandată cu manetă	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05
47	Cu maneta dispozitivului cu excentric	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04
48	Cu maneta dispozitivului cu excentric și placă	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07
49	Cu piuliță și placă alunecătoare, pentru lucrări ușoare și mijlocii	0,14	0,15	0,18	0,22	0,26	0,28	0,30	0,33

C. Timpul necesar pentru faze suplimentare

Poz.	Denumirea fazelor suplimentare		Dimensiunile dispozitivului, mm, pînă la: 100×100	200×300	200×300
			Timpul, min		
50	Curățirea dispozitivului de așchii	Cu aer comprimat	0,05	0,06	0,08
51		Cu peria	0,05	0,07	0,10

Observații. **1.** Timpul de prindere-desprindere se determină prin însumarea timpilor corespunzători fazelor separate ale lucrului, ținîndu-se seama de condițiile concrete ale lucrului. **2.** Conținutul lucrării constă în luarea semifabricatelor, orientarea lor în dispozitiv, strîngerea semifabricatelor, desfacerea sistemului de fixare, depunerea pieselor pe stelaj și curățirea dispozitivului.

Timpul de deservire tehnică a sistemului tehnologic, timpul de deservire organizatorică a locului de muncă şi timpul de odihnă şi necesităţi fiziologice a lucrătorului se determină folosind tabelul 15.9.

Tabelul 15.9. **Timpul de deservire, de odihnă şi necesităţi fiziologice pentru prelucrarea pe maşini-unelte de mare productivitate**

Denumirea lucrării	Masa semifabricatului, kg	
	≤20	> 20
Deservirea tehnică a utilajului (în fracţiuni din timpul de bază), K_1	0,06	0,08
Deservirea organizatorică a locului de muncă, odihnă şi necesităţi fiziologice (în fracţiuni din timpul efectiv), K_2	0,05	0,07

15.3. Exemplu de calcul al normei tehnice de timp la prelucrarea cu mai multe scule simultan

Se supune prelucrării mecanice prin strunjire de degroşare, semifabricatul unei roţi dinţate cilindrice la un strung cu mai multe cuţite simultan. model 116. Prelucrarea mecanică se face după schema de reglaj din fig. 15.6, In urma proiectării regimului de aşchiere s-a determinat turaţia de lucru comună pentru toate sculele aşchietoare, $n = 290$ rot/min, avansul longitudinal $s_l = 0{,}26$ mm/rot şi avansul transversal $s_t = 0{,}25$ mm/rot.

Se cere să se determine norma tehnică de timp pentru operaţia tehnologică respectivă.

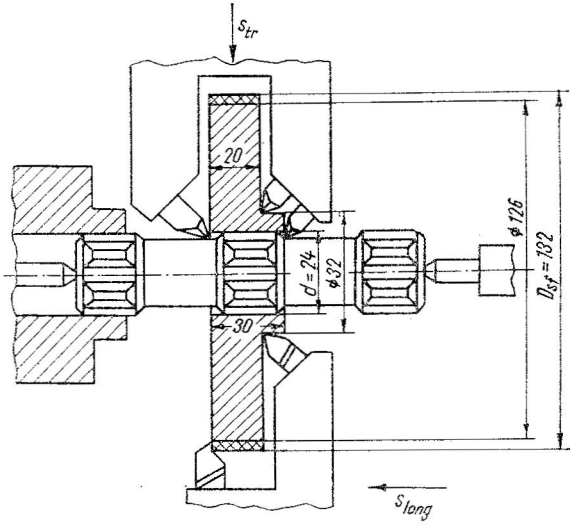


Fig. 15.6. Schema de reglare a strungului semiautomat model 116 pentru prelucrarea mecanică de finisare a unei roţi dinţate.

Rezolvare. **Determinarea timpului de bază.** În exemplul considerat, timpul de bază este determinat de sania transversală, întrucît spaţiul parcurs de scule în direcţie transversală este mult mai mare decît spaţiul parcurs de scule în direcţia avansului longitudinal. Prin urmare, $l = (D_{sf} - d)/2 = (132 - 24)/2 = 54$ mm, $l_1 = 2$ mm, $l_2 = 0$ şi, deci, spaţiul total parcurs în direcţia avansului transversal va fi $L = 54 + 2 + 0 = 56$ mm.

În cazul în care, datorită dimensiunilor piesei de prelucrat, spaţiul parcurs de sculele aşchietoare ce lucrează cu avans transversal este aproximativ egal cu spaţiul parcurs de sculele aşchietoare ce lucrează cu avans longitudinal, iar avansurile celor două sănii portscule sînt diferite, trebuie să se stabilească prin calcul care dintre cele două sănii

portscule determină timpul de bază. În acest scop este necesar să se calculeze timpul de bază pentru fiecare sanie portsculă în parte.

Timpul de bază pentru sania portscule ce lucrează cu avans transversal, la exemplul considerat, se determină cu relația

$$t_t = \frac{L}{n \cdot s_b} = \frac{l + l_1 + l_2}{n \cdot s_t} = \frac{56}{290 \cdot 0{,}25} = 0{,}772 \text{ min.}$$

Determinarea timpului de pregătire-încheiere. Întrucît exploatarea rațională a mașinilor-unelte de mare productivitate impune reglarea prealabilă a sistemului tehnologic la dimensiunile de lucru, în timpul de pregătire-încheiere vor intra toți acești timpi parțiali legați de reglarea prealabilă la dimensiunea de lucru a sistemului tehnologic. Ca atare, din tabelul 15.1 poz. 1, considerînd prelucrarea mecanică de finisare cu 5 cuțite ce lucrează simultan, se vor consuma $5 \times 5 = 25$ min pentru reglarea individuală a cuțitelor și 200 min pentru instalarea celor două portcuțite. Se consideră că prelucrarea mecanică se face cu cuțite cu plăcuțe amovibile și schimbarea acestora, cînd se uzează, intră în timpul de deservire tehnică a sistemului tehnologic. Tot în timpul de pregătire-încheiere, dat în tabelul 15.2 poz. 6, sînt incluse și cele 150 min pentru pregătirea completă a sistemului tehnologic în vederea prelucrării mecanice. Ca atare,

$$T_{pi} = 25 + 200 + 150 = 375 \text{ min.}$$

Determinarea timpului ajutător. Din tabelul 15.6, poz. 6, considerînd că semifabricatul este așezat în prealabil pe dorn și că are o masă între 3 și 5 kg, $t_{a1} = 0{,}17$ min. De asemenea, conform indicațiilor date mai înainte și datelor din cartea mașinii-unelte, întrucît comanda se face prin prîghie, $t_{a2} = 0{,}020$ min. Ca atare $t_a = t_{a1} + t_{a2} = 0{,}17 + 0{,}02 = 0{,}19$ min.

Conform tabelului 15.9, timpul de deservire tehnică va fi $t_{dt} = K_1 \cdot t_b = 0{,}06 \cdot 0{,}772 = 0{,}046$ min, iar timpul de deservire organizatorică și timpul de odihnă și necesități fiziologice va fi $t_{do} + t_{on} = K_2(t_b + t_a) = 0{,}05 \cdot 0{,}19 = 0{,}01$ min.

Dacă considerăm lotul de 5000 piese, norma tehnică de timp pe bucată va fi $N_T = T_{pi}/n + t_b + t_a + t_{bt} + t_{do} + t_{on} = \frac{375}{5000} + 0{,}772 + 0{,}19 + 0{,}046 + 0{,}01 = 1{,}093$ min.

B I B L I O G R A F I E

1. **Baranov, B.A.** ș.a. Normarea tehnică în uzinele constructoare de mașini. București. Editura tehnică, 1960.
2. **Begeman, M.L.** Manufacturing Processes. New York, John Wiley, 1963.
3. **Bowman, E. H., Fetter, R. B.** Analysis for Production and Operations Management, Richard D. Irwin, Homewood, Ill, 1967.
4. **Buffa, E. S.** Conducerea modernă a producției. București, Editura tehnică, 1975.
5. **Buzatu, V. Zenovei, C.** Tabele pentru ateliere mecanice. București, Editura tehnică, 1970.
6. **Demianiuc, F. S.** Bazele tehnologice ale producției automatizate. București, Editura tehnică, 1962.
7. **Eary, D. F. Johnson, G. E.** Process Engineering for Manufacturing. Prentice-Holl, Englewood Cliffs, New-York, 1962.
8. **Grant, E. L.** Principles of Engineering Economy, New-York, Ronald Press, 1960.
9. **Keller, I. W., Ferrara W. L.** Management Accouting for Profit Control. New-York, Mc Graw-Hill, 1966.
10. **Kronenberg, M.** Grundzuge der Zerspanungslehre. Berlin, Springer-Verlag, 1969.
11. **Makarov, A. D.** Optimizația protessov rezaniia. Moskva, Mașinostroenie, 1976.
12. **Nanu, A.** ș.a. Manualul inginerului mecanic. Tehnologia construcțiilor de mașini. București, Editura tehnică, 1972.
13. **Opitz, H.** Moderne Productionstehnik. Essen, Verlag W Girardet, 1970.
14. **Picoș, C.** Tehnologia construcției de mașini. București, Editura didactică și pedagogică, 1974.
15. **Picoș, C.** ș.a. Calculul adaosurilor de prelucrare și al regimurilor de așchiere. București. Editura tehnică, 1974.
16. **Spur, Gunter.** Optimisierung der Fertigungssystems Werkzeugmaschine. München, Carl Hanser Verlag, 1972.
17. x x x Spravocinic normirovscika mașinostroieniia. Tom 2. Moskva, Mașghiz, 1961.
18. **Vierege, G.** Zerspannung der Eisenwerkstoffe. Düsseldorf, Verlag Stahleisen, 1959.
19. x x x Normative tehnice unificate pentru regimuri de așchiere și timp de muncă la mașini-unelte. MICM-ICPTCM, 1967.
20. x x x STAS 6909—1975 — Normarea muncii. Terminologie.

Normarea tehnică pentru prelucrări prin aşchiere

2

Volumul 2 al lucrării cuprinde normarea tehnică a lucrărilor: de găurire, de prelucrare a danturii roţilor dinţate, de broşare, de rectificare, de netezire, de honuire, de lepuire, de rodare, de prelucrare cu mai multe scule simultan.

Lucrarea este adresată muncitorilor de înaltă calificare, tehnicienilor, maiştrilor şi subinginerilor care lucrează în sectoarele de prelucrări prin aşchiere, fiind utilă şi studenţilor din învăţământul tehnic.

Editura tehnică

Lei 15